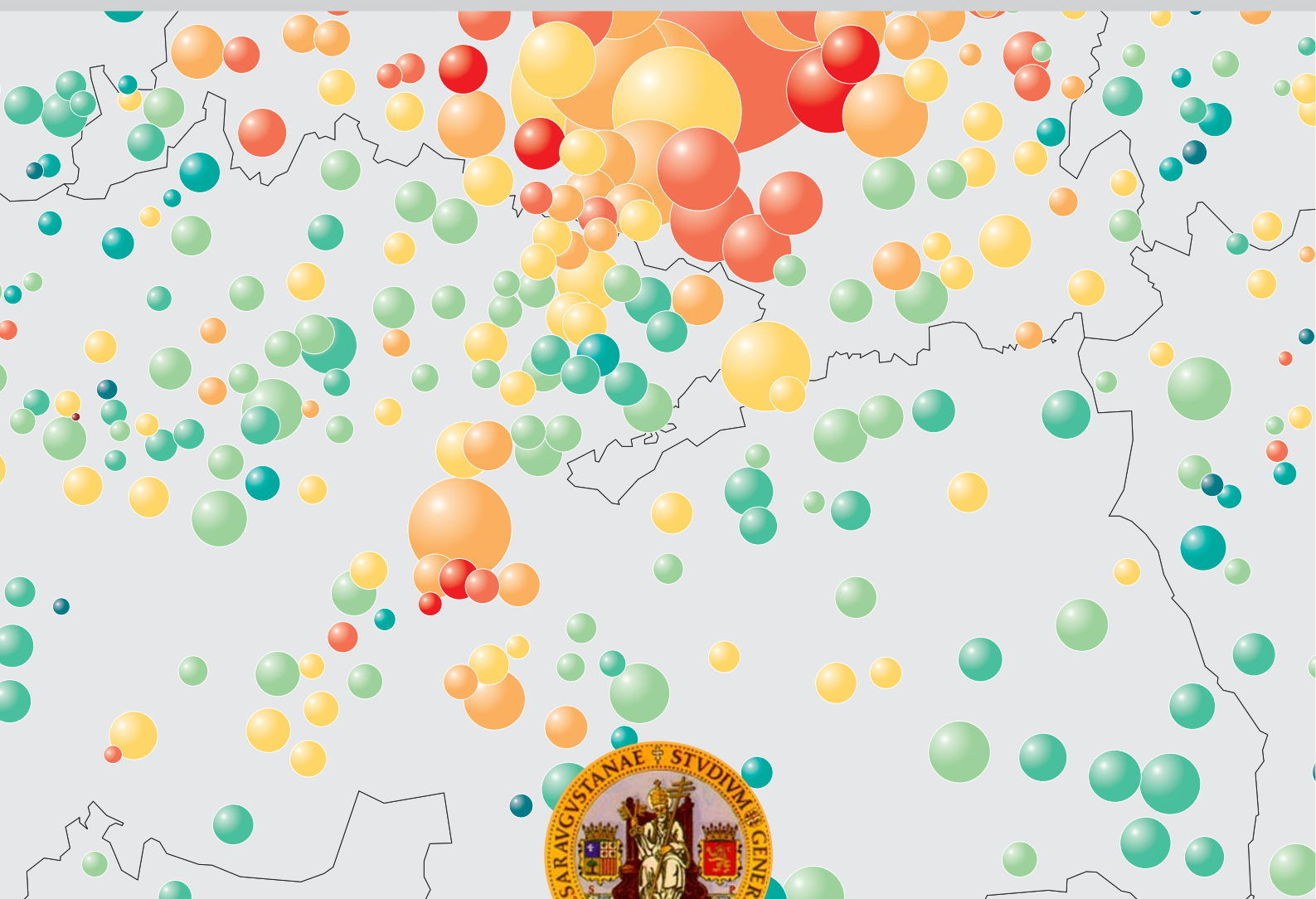


Tesis doctoral:

**PROPUESTA CARTOGRÁFICA
PARA LA REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS
DE LA VARIABLE POBLACIÓN
MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA E INFOGRAFÍA:
EL CASO ESPAÑOL**



María Zúñiga Antón

**Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Zaragoza
2009**

**PROPUESTA CARTOGRÁFICA
PARA LA REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS
DE LA VARIABLE POBLACIÓN
MEDIANTE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA E INFOGRAFÍA:
EL CASO ESPAÑOL**



Tesis doctoral realizada por
María Zúñiga Antón

Dirigida por el catedrático
de Geografía Humana
Dr. José Luis Calvo Palacios
y el profesor titular
en Geografía Humana
Dr. Ángel Pueyo Campos

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Zaragoza

Mayo, 2009

***A todos los que han andado a mi lado
en este largo camino.***



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO METODOLÓGICO: REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS EN EL PROCESO DE DISEÑO Y ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA | 9 |
| 2.1. La cartografía en el entorno de las Tecnologías de la Información Geográfica | 11 |
| 2.2. Los Paradigmas en Cartografía Temática..... | 13 |
| 2.3. La Teoría de la Comunicación como paradigma en Cartografía Temática | 17 |
| 2.3.1. Fundamentos básicos de la Teoría de la Comunicación: | 18 |
| 2.3.2. Bases conceptuales de la Teoría de la Comunicación aplicada a Cartografía Temática..... | 21 |
| 2.4. El proceso de diseño y elaboración cartográfica | 27 |
| 2.4.1. Identificación del proyecto | 31 |
| 2.4.2. Componentes de la cartografía temática | 43 |
| 2.4.2.1. La base espacial..... | 43 |
| 2.4.2.1.1. Tipologías de bases espaciales | 43 |
| 2.4.2.1.2. Elementos de las bases espaciales..... | 48 |
| 2.4.2.1.2.1 Sistemas de proyección..... | 48 |
| 2.4.2.1.2.2 Escala y grado de agregación..... | 51 |
| 2.4.2.1.3. Proceso de edición | 59 |
| 2.4.2.1.3.1 Formato de trabajo | 60 |
| 2.4.2.1.3.2 Sistema de proyección..... | 60 |
| 2.4.2.1.3.3 Actualización de la base | 60 |
| 2.4.2.1.3.4 Nomenclatura y codificación..... | 60 |
| 2.4.2.1.3.5 Relaciones topológicas | 61 |
| 2.4.2.1.4. La generalización cartográfica | 64 |
| 2.4.2.1.4.1 ¿Por qué generalizar? | 67 |
| 2.4.2.1.4.2 ¿Cuándo generalizar? | 67 |
| 2.4.2.1.4.3 ¿Cómo generalizar? | 69 |
| 2.4.2.2. La información temática: las variables reales | 85 |
| 2.4.2.2.1. Tipología de variables reales | 88 |
| 2.4.2.2.2. Obtención de la información temática | 88 |
| 2.4.2.2.3. Análisis formal de la información temática y proceso de edición | 90 |
| 2.4.2.2.4. Tratamiento de la información temática | 92 |
| 2.4.2.2.5. Establecimiento de la estructura digital | 94 |
| 2.4.3. El código cartográfico | 94 |

| | |
|--|-----|
| 2.4.3.1. Secuencia de análisis: la caracterización de la información | 96 |
| 2.4.3.2. Secuencia de decisiones: los Instrumentos de Codificación cartográfica | 104 |
| 2.4.3.2.1. Instrumentos de Codificación Cartográfica en entorno vectorial | 105 |
| 2.4.3.2.1.1 La implantación..... | 105 |
| 2.4.3.2.1.2 Las variables visuales..... | 107 |
| 2.4.3.2.1.3 La construcción de la leyenda | 135 |
| 2.4.3.2.2. Instrumentos de codificación cartográfica en entorno <i>raster</i> | 154 |
| 2.4.4. La toma de decisión..... | 159 |
| 2.4.5. La elaboración de cartografía temática | 163 |
| 2.4.5.1. La implementación de la codificación cartográfica..... | 164 |
| 2.4.5.1.1. La implementación de la codificación cartográfica en los Sistemas de Información Geográfica | 164 |
| 2.4.5.1.2. La adaptación de los módulos de simbología de los SIG a la teoría del lenguaje cartográfico..... | 170 |
| 2.4.6. La concepción y elaboración de la presentación final..... | 179 |
| 2.4.6.1. Los elementos del mapa..... | 180 |
| 2.4.6.1.1. Marco de trabajo | 180 |
| 2.4.6.1.2. Área cartografiada | 181 |
| 2.4.6.1.3. Mapa auxiliar a la lectura..... | 181 |
| 2.4.6.1.4. Título y subtítulos..... | 182 |
| 2.4.6.1.5. Leyenda | 182 |
| 2.4.6.1.6. Escala | 182 |
| 2.4.6.1.7. Orientación | 183 |
| 2.4.6.1.8. Fuente de información..... | 183 |
| 2.4.6.1.9. Otros elementos..... | 183 |
| 2.4.6.2. El empleo de la tipografía | 185 |
| 2.4.6.3. La disposición de los elementos | 186 |
| 2.4.6.3.1. El establecimiento de la jerarquía intelectual y visual | 186 |
| 2.4.6.3.2. La aplicación de criterios estéticos | 187 |
| 3. LA VARIABLE POBLACIÓN: ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEMOGRÁFICAS Y PROPUESTA CARTOGRÁFICA PARA SU REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS | 193 |
| 3.1. La Geografía de la Población o <i>Geodemografía</i> | 193 |
| 3.1.1. Definición y trayectoria | 194 |
| 3.1.2. Contenidos | 196 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.3. Nuevas aportaciones | 197 |
| 3.2. Cartografiando las variables demográficas: Consideraciones cartográficas | 199 |
| 3.2.1. Las variables demográficas..... | 200 |
| 3.2.1.1. Las fuentes de información para el estudio de la población: | 201 |
| 3.2.1.1.1. Los censos de población | 201 |
| 3.2.1.1.2. El padrón de población | 204 |
| 3.2.1.2. La información demográfica como variable cartografiada | 205 |
| 3.2.1.2.1. Variables relacionadas con la distribución de la población: | 208 |
| 3.2.1.2.1.1 Distribución real..... | 208 |
| 3.2.1.2.1.2 Distribución del potencial de población | 209 |
| 3.2.1.2.1.3 Evolución de la distribución demográfica: | 215 |
| 3.2.1.2.2. Variables relacionadas con la estructura de la población | 216 |
| 3.2.1.2.2.1 Estructura por sexo: | 216 |
| 3.2.1.2.2.2 Estructura por edad:..... | 216 |
| 3.2.1.2.2.3 Estructura económico-laboral | 218 |
| 3.2.1.2.3. Variables relacionadas con los movimientos naturales de la población..... | 218 |
| 3.2.1.2.4. Variables relacionadas con los movimientos migratorios de la población | 222 |
| 3.2.1.2.5. Variables relacionadas con la dinámica funcional de la población | 222 |
| 3.2.1.2.6. Variables relacionadas con la calidad de vida de la población..... | 225 |
| 3.2.1.2.6.1 Nivel educativo | 226 |
| 3.2.1.2.6.2 Condición socioeconómica | 227 |
| 3.2.2. Características específicas de las variables demográficas relevantes para su cartografiado | 228 |
| 3.2.2.1. El estudio diacrónico de la información demográfica: el empleo de la variable tiempo | 230 |
| 3.2.2.2. El trabajo a diferentes escalas de agregación | 239 |
| 3.2.2.3. La significación de las cifras absolutas..... | 246 |
| 3.2.3. El empleo de las series de mapas..... | 253 |
| 3.2.3.1. Tipología de series cartográficas..... | 253 |
| 3.2.3.2. Una necesidad ineludible: la comparación | 255 |
| 3.2.3.3. Ventajas y limitaciones..... | 257 |
| 3.2.3.4. Algunas soluciones cartográficas mediante series | 261 |
| 3.2.3.4.1. <i>Atlas de la Roumania</i> , La dinámica de la Densidad de Población (Rey, 2000)..... | 261 |
| 3.2.3.4.2. <i>Atlas de la Grèce</i> , Actividad económica por sectores (Sivignon, 2003)..... | 263 |
| 3.2.3.4.3. <i>A new social Atlas of Britain</i> , Variaciones de Población (Dorling, 1995)..... | 266 |
| 3.2.3.4.4. <i>Atlas d'Iran</i> , Evolución de la población total (Hourcade et al., 1998)..... | 269 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.4. Especificaciones al proceso cartográfico aplicado a las variables demográficas en el entorno de trabajo SIG..... | 272 |
| 3.2.4.1. Elección y tratamiento de los componentes de la cartografía | 272 |
| 3.2.4.1.1. La base espacial..... | 272 |
| 3.2.4.1.2. La información temática | 274 |
| 3.2.4.2. El proceso de codificación cartográfica | 275 |
| 3.2.4.2.1. Las trayectorias cartográficas simples: Mapas univariantes | 278 |
| 3.2.4.2.1.1 Trayectoria 6: (Cualitativa + Nominal + Superficial + Color)..... | 278 |
| 3.2.4.2.1.2 Trayectoria 18: (Cuantitativa + Intervalos + Superficial + Valor)..... | 281 |
| 3.2.4.2.1.3 Trayectorias 20/37: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Puntual + Tamaño)..... | 284 |
| 3.2.4.2.1.4 Trayectoria 22 Y 39: (Cuantitativo + Razón/Recuento + Lineal + Tamaño) | 289 |
| 3.2.4.2.1.5 Trayectoria 25: (Cuantitativo + Razón + Superficial + Valor)..... | 292 |
| 3.2.4.2.1.6 Trayectoria 27: (Cuantitativa + Absoluta + Puntos + Valor)..... | 295 |
| 3.2.4.2.1.7 Trayectoria 30: (Cuantitativa + Absoluta + Superficial + Valor)..... | 298 |
| 3.2.4.2.1.8 Trayectorias 23/40: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Lineal + Valor)..... | 300 |
| 3.2.4.2.2. La combinación de trayectorias cartográficas simples: Mapas multivariantes o composiciones cartográficas | 303 |
| 3.2.4.2.2.1 Composiciones cartográficas basadas en la trayectoria 20 | 305 |
| 3.2.4.2.2.2 Composiciones cartográficas basadas en la trayectoria 22 | 307 |
| 3.2.4.2.2.3 Composiciones cartográficas basadas en la trayectoria 15 | 309 |
| 3.3. Propuesta cartográfica | 312 |
| 3.3.1. Propuesta cartográfica: distribución de la población | 314 |
| 3.3.2. Propuesta cartográfica: estructura de la población..... | 316 |
| 3.3.2.1. Propuesta cartográfica: estructura por Sexo..... | 316 |
| 3.3.2.2. Propuesta cartográfica: estructura por Edad..... | 317 |
| 3.3.2.3. Propuesta cartográfica: combinación de estructura por sexo y edad | 318 |
| 3.3.2.4. Propuesta cartográfica: estructura económico-laboral..... | 318 |
| 3.3.3. Propuesta cartográfica: movimientos naturales de la población..... | 319 |
| 3.3.4. Propuesta cartográfica: movimientos migratorios de la población | 321 |
| 3.3.5. Propuesta cartográfica: dinámica funcional | 323 |
| 3.3.6. Propuesta cartográfica: calidad de vida de la población | 324 |
| 3.3.7. Propuesta cartográfica: la variación de población como variable explicada | 326 |
| 4. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA CARTOGRÁFICA: EL CASO ESPAÑOL | 331 |
| 4.1. Desarrollo del proceso de diseño y elaboración de cartografía empleado..... | 334 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.1. Etapa de diseño | 334 |
| 4.1.1.1. Identificación del proyecto | 334 |
| 4.1.1.1.1. Objetivo del mapa | 334 |
| 4.1.1.1.2. Variables reales a representar y mapas resultantes | 335 |
| 4.1.1.1.3. Estimación de tiempo | 339 |
| 4.1.1.1.4. Identificación del usuario final del mapa | 339 |
| 4.1.1.1.5. Soporte final | 339 |
| 4.1.1.1.6. Aplicaciones informáticas | 339 |
| 4.1.1.1.7. Limitaciones y condicionantes técnicos | 339 |
| 4.1.1.2. Componentes de la cartografía temática | 340 |
| 4.1.1.2.1. La base espacial | 340 |
| 4.1.1.2.1.1. Tipología | 340 |
| 4.1.1.2.1.2. Elementos de las bases cartográficas | 340 |
| 4.1.1.2.1.3. Proceso de edición | 341 |
| 4.1.1.2.2. La información temática | 357 |
| 4.1.1.3. Codificación temática y Toma de decisión | 358 |
| 4.1.2. Etapa de elaboración | 363 |
| 4.1.2.1. Implementación | 363 |
| 4.1.2.2. Presentación final | 364 |
| 4.2. Comentario de los aspectos cartográficos más relevantes | 369 |
| 4.2.1. El empleo de la implantación puntual ligada a la variable visual tamaño | 369 |
| 4.2.1.1. El uso simple de la implantación puntual ligada a la variable tamaño: Inmigrantes según nacionalidad | 369 |
| 4.2.1.2. El uso de la implantación puntual ligada a la variable tamaño en el contexto de una serie cartográfica: La población total | 376 |
| 4.2.1.3. Resultados insatisfactorios en el uso de la implantación puntual ligada a la variable tamaño: Nivel Medio de Estudios en el Grupo 30-39 años | 403 |
| 4.2.2. El empleo de la implantación lineal ligada a la variable visual tamaño | 407 |
| 4.2.2.1. Movimientos migratorios interiores en España | 407 |
| 4.2.3. El empleo de la implantación superficial | 421 |
| 4.2.3.1. La densidad de población en España | 421 |
| 4.2.4. Las composiciones complejas en demografía, la visualización de tres variables reales y dos tipos de implantación | 447 |
| 4.2.4.1. Las composiciones demográficas en el marco de series provinciales: La tasa de fecundidad | 447 |

| | |
|--|--------|
| 4.2.4.2. Las composiciones demográficas aplicadas a escala municipal: La actividad económica en España | 456 |
| 4.2.5. La utilización de mapas <i>raster</i> en demografía | 463 |
| 4.2.5.1. Los mapas ráster en serie y su concepción dinámica: Los potenciales de población y sus variaciones | 464 |
| 4.2.6. El empleo de series cartográficas | 476 |
| 4.2.6.1. El empleo de series a escala provincial con leyendas secuencial y divergente | 477 |
| 4.2.6.1.1. Series provinciales codificadas mediante leyenda secuencial: La tasa de Nupcialidad | 478 |
| 4.2.6.1.2. Series provinciales codificadas mediante leyenda divergente: La evolución de los menores de 15 años | 485 |
| 4.2.6.2. El empleo de series a diferentes escalas: La población extranjera | 493 |
| 4.2.6.3. Resolución correcta de series | 504 |
| 4.2.6.3.1. Componentes de los movimientos migratorios internos españoles | 504 |
| 4.2.6.3.2. Las variaciones de población | 516 |
| 4.2.6.4. Series posibles, series forzadas y series imposibles | 537 |
| 4.2.7. Aprovechando la capacidad analítica de la cartografía | 542 |
| 4.2.7.1. Puesta de relieve de patrones diferenciadores, la eficacia de las leyendas divergentes | 543 |
| 4.2.7.1.1. La tasa de autoctonía | 543 |
| 4.2.7.1.2. La población vinculada que reside y trabaja en un municipio | 549 |
| 4.2.7.1.3. Variaciones de densidad de población | 555 |
| 4.2.7.1.4. Patrones complementarios: La tasa de ocupación y la de paro | 560 |
| 4.2.7.1.5. Comentario conjunto de los aspectos positivos, mejorables y posibles alternativas | 569 |
| 4.2.7.2. Búsqueda de correlación, la eficacia de las leyendas de doble entrada | 571 |
| 4.2.7.2.1. Relación Índice de feminidad — Población de 65 años y más | 572 |
| 4.2.7.2.2. Relación Variación de población — Condición socioeconómica media | 578 |
| 4.2.7.2.3. La dinámica demográfica | 584 |
| 5. CONCLUSIONES | 601 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 609 |
| ANEXOS | en DVD |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura 2-1: | Los múltiples niveles de representación de un mapa. (Basado en MacEachren, 1995)..... | 17 |
| Figura 2-2: | El proceso de comunicación. Basado en (Berlo, 1987)..... | 18 |
| Figura 2-3: | Factores que influyen en el proceso de comunicación..... | 19 |
| Figura 2-4: | El proceso de comunicación cartográfica (Koláčný, 1969)..... | 23 |
| Figura 2-5: | Correspondencia entre la Teoría de la Comunicación y el proceso cartográfico. Elaboración propia..... | 24 |
| Figura 2-6: | El proceso cartográfico. Elaboración propia. | 30 |
| Figura 2-7: | El proceso de diseño de cartografía, Basado en (Dent, 1999)..... | 31 |
| Figura 2-8: | Propuesta de cartografía utilizada por los servicios bomberos y policía estadounidenses en situaciones de emergencia, (Akella, 2008)..... | 34 |
| Figura 2-9: | Cartografía dirigida a público infantil, (Casajuana et al., 1997) | 34 |
| Figura 2-10 | Leyenda de mapa geológico, Instituto Geológico y Minero de España..... | 35 |
| Figura 2-11 | Simulación de la percepción daltónica empleando la herramienta on-line http://www.vischeck.com/ | 36 |
| Figura 2-12 | Líneas de confusión en la percepción del color asociadas al daltonismo (Legrand, 1968; Olson y Brewer, 1997). | 37 |
| Figura 2-13 | Comparación entre modelo vectorial (derecha) y raster (izquierda) representando el límite provincial de Zaragoza. Elaboración propia..... | 46 |
| Figura 2-14: | Representación de las proyecciones cartográficas según la Figura desarrollable en la que se basan y su aplicación al territorio español, todas ellas con la característica de equidistancia. Elaboración propia..... | 50 |
| Figura 2-15: | Correspondencia entre la base de datos de resolución múltiple, la resolución de cada capa y las escalas a las que puede ser utilizada. Elaboración propia..... | 52 |
| Figura 2-16: | Base cartográfica de Aragón a escala municipal, comarcal y provincial. Elaboración propia..... | 53 |
| Figura 2-17: | Base cartográfica de España a escala 1:15.000.000 y grado de agregación provincial. Fuente: IGN. Elaboración propia. | 54 |
| Figura 2-18: | Base cartográfica de España a escala 1:20.000.000 y grado de agregación autonómico. Fuente: IGN. Elaboración propia..... | 55 |
| Figura 2-19: | División de la Unión Europea en NUTS. Fuente: Eurostat. | 57 |
| Figura 2-20: | Cambio de resolución espacial mayor a menor en un SIG raster. Elaboración propia..... | 59 |
| Figura 2-21: | Ejemplo de errores y excepciones en la aplicación de la regla topológica del tipo “No puede haber elementos desconectados”. Elaboración propia..... | 63 |
| Figura 2-22: | Filtro de paso bajo con el estadístico de media aritmética. Elaboración propia..... | 65 |
| Figura 2-23: | Componentes del modelo de generalización (McMaster y Shea, 1992). | 66 |
| Figura 2-24: | Proceso de generalización. Elaboración propia. | 66 |

| | | |
|--------------|---|----|
| Figura 2-25: | Ejemplo de congestión: costa cantábrica visualizada a dos escalas, la menor de las cuales presenta una congestión evidente en los perímetros municipales. Elaboración propia..... | 67 |
| Figura 2-26: | Ejemplo de fusión: algunos de los objetos geográficos aparecen unidos al descender la escala de visualización. Elaboración propia..... | 68 |
| Figura 2-27: | Ejemplo de conflictos surgidos en el proceso de generalización..... | 68 |
| Figura 2-28: | Operaciones fundamentales de la generalización agrupadas según su naturaleza. Elaboración propia..... | 72 |
| Figura 2-29: | Operación simplificar. El contorno del objeto representado (izquierda) está constituido por 108 nodos, su simplificación permite una representación del mismo objeto, (derecha), que mantiene las características morfológicas principales pero formado tan solo por 28 pares de coordenadas. Elaboración propia..... | 73 |
| Figura 2-30: | Operación eliminar. La base cartográfica de las islas de Ibiza y Formentera preparada para su utilización a escala 1:1.000.000 incluye algunas de las pequeñas islas existentes alrededor de las mismas, (Izquierda) pero su reescalado aconseja la eliminación de aquellas islas cuya superficie sea inferior a 5 km ² que es considerada la UMC.(Derecha). Elaboración propia..... | 74 |
| Figura 2-31: | Operación selección jerarquizada. La representación a escala 1:1.000.000 de los ríos principales de la cuenca hidrográfica del Cinca exigiría incluir todos los elementos que aparecen en la Figura de la izquierda, sin embargo una selección jerarquizada en base a la teoría de grafos permitiría la representación del los cauces a escala 1:5.000.000.Elaboración propia..... | 75 |
| Figura 2-32: | Operación disolver. El ejemplo presentado en estas dos Figuras refleja una disolución basada en contenido temático, de forma que una categorización exhaustiva de la vegetación del Pirineo Aragonés (izquierda) puede simplificarse gracias a una clasificación temática más general, permitiendo la legibilidad en escalas menores. (Derecha)..... | 76 |
| Figura 2-33: | Operación fusionar. Los fiordos noruegos son uno de los ejemplos clásicos en los que es necesaria la generalización por fusión. La gran cantidad de islas que caracterizan la costa no pueden ser representadas con toda exactitud a pequeñas escalas de forma que se agrupan entre si las más cercanas para mantener la sensación de complejidad territorial. Elaboración propia..... | 77 |
| Figura 2-34: | Operación colapsar. La representación mediante polígonos de los departamentos que constituyen una determinada institución pública (izquierda) podrían ser representados a través de símbolos puntuales que hagan referencia a la función de cada departamento (derecha)..... | 78 |
| Figura 2-35: | Operación confluir. Uno de los ejemplos más clarificadores de la función “confluir” es la representación de vías de ferrocarril, en ocasiones la complejidad de esta red puede ser tal que su traslación directa al mapa (izquierda) generaría más confusión que la utilización de una representación generalizada, que apoye la idea de la existencia de la red pero no exija exactitud en su visualización. Elaboración propia basado en (McMaster y Shea, 1992)..... | 79 |
| Figura 2-36: | Operación exagerar. La bahía digitalizada con exactitud (Izquierda) no ofrece una visualización correcta a la escala representada, la aplicación de la función “exagerar” favorece la percepción de la misma. (Derecha). Elaboración propia..... | 79 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Figura 2-37: | Operación desplazar. En ocasiones los cauces hídricos y caminos discurren de forma prácticamente paralela (Izquierda) y su representación a escalas menores puede generar conflictos de superposición teórica por lo que conviene desplazar alguno de los dos elementos (Derecha). Elaboración propia basada en (Slocum et al., 2005). | 80 |
| Figura 2-38: | Operación contornear. La representación de edificios residenciales mediante puntos (Izquierda) puede pasar a ser una representación superficial de áreas urbanizadas mediante la operación “contornear” (Derecha).Elaboración propia..... | 81 |
| Figura 2-39: | Operación alinear. La digitalización de una serie de edificios cercanos a un río (Izquierda) puede ser mejorada estéticamente al alinear dichos edificios respecto al cauce, aunque esta no sea su disposición en el territorio. (Derecha). Elaboración propia. | 82 |
| Figura 2-40: | Operación suavizar. La isla de Santa Cruz de Tenerife, preparada para ser visualizada a una escala 1:7.000.000 (Izquierda) dependiendo de la digitalización o del proceso de simplificado presenta cierta angulosidad, cuyo suavizado (Derecha) permite su mejora estética. Elaboración propia..... | 83 |
| Figura 2-41: | Operación mejorar. La digitalización directa de un cruce de caminos (Izquierda) no genera la idea de la existencia de un puente, hecho que puede mejorarse simbolizando el mismo (Derecha). Elaboración propia basada en (McMaster y Shea, 1992) | 83 |
| Figura 2-42: | Aplicación de un proceso de generalización sucesiva en cuatro escalas, sobre la superficie municipal de Zaragoza. La representación se realiza a escala. Elaboración propia. | 86 |
| Figura 2-43: | Aplicación de un proceso de generalización sucesiva en cuatro escalas, sobre la superficie municipal de Zaragoza. La representación mantiene la escala en 1:600.000 para percibir las diferencias entre las diferentes generalizaciones. Elaboración propia. | 87 |
| Figura 2-44: | El proceso de codificación cartográfica: entradas y salidas. Elaboración propia..... | 95 |
| Figura 2-45: | Tipos de implantación (provincia de Huesca) a. Puntual, representando las cabeceras municipales; b. Lineal, Red hidrográfica; c. Superficial, límites municipales y d. Volumétrica (2,5D), volúmenes de precipitación. Elaboración propia. | 106 |
| Figura 2-46: | Representación de árboles mediante implantación puntual (Izquierda). Utilización del color como distintivo de la especie arbórea. (Derecha). Elaboración propia..... | 107 |
| Figura 2-47: | Proceso de simplificación desde una Figura ideográfica a una geométrica. | 109 |
| Figura 2-48: | Efecto vibratorio (Arriba) y efecto pseudo-sombra (Abajo). Fuente: (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995)..... | 111 |
| Figura 2-49: | Variación en la disposición de las marcas de la textura que puede ser estructurada (Izquierda) o aleatoria (Derecha). Elaboración propia. | 111 |
| Figura 2-50: | Variación en el espaciado de la textura de mayor a menor espacio entre las marcas manteniendo el tamaño y forma de las mismas. Elaboración propia. | 111 |
| Figura 2-51: | Fórmulas para el cálculo de las Figuras geométricas más comúnmente empleadas en relación con la variable tamaño. Elaboración propia. | 113 |
| Figura 2-52: | Comparación en el uso de Figuras a las que aplicar variación de tamaño..... | 113 |
| Figura 2-53: | Comparación entre círculos graduados mediante una escala exacta (Izquierda) y con la compensación de apariencia de propuesta por James Flannery (Derecha). Elaboración propia. | 114 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Figura 2-54: | Series de color basadas en las propiedades del color: 54.a.Gradación de matiz; 54.b. y 54.c.Gradación de valor; 54.d. y 54.e. Gradación de saturación. Elaboración propia. | 116 |
| Figura 2-55: | Representación de las dimensiones del color (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995). | 117 |
| Figura 2-56: | Representación del color, valor y saturación. (Bertin, 1983) | 117 |
| Figura 2-57: | La combinación de color y valor para dar como resultado el tono. Elaboración propia. | 125 |
| Figura 2-58: | Combinación de la variable visual textura con el resto. Elaboración propia. | 127 |
| Figura 2-59: | Combinaciones entre los tipos de implantación y las variables visuales. Elaboración propia. | 134 |
| Figura 2-60: | Presentación gráfica de diversos tipos de distribuciones..... | 139 |
| Figura 2-61: | Sistema de clasificación por intervalos iguales. Elaboración propia..... | 141 |
| Figura 2-62: | Sistema de clasificación por intervalos definidos. Elaboración propia..... | 142 |
| Figura 2-63: | Sistema de clasificación basado en la desviación estándar. Elaboración propia..... | 143 |
| Figura 2-64: | Sistema de clasificación por cuantiles. Elaboración propia. | 144 |
| Figura 2-65: | Sistema de clasificación por Rupturas Máximas. Elaboración propia..... | 145 |
| Figura 2-66: | Sistema de clasificación por Rupturas Naturales. Elaboración propia..... | 147 |
| Figura 2-67: | Sistema de clasificación personalizado. Elaboración propia..... | 148 |
| Figura 2-68: | Leyendas cualitativas. | 149 |
| Figura 2-69: | Leyendas secuenciales, 2-69.a. construida mediante la variable visual valor en escala de grises; 2-69.b. construida mediante la variable visual valor sobre rojos; 2-69.c. construida mediante la combinación de valor y color. Elaboración propia..... | 150 |
| Figura 2-70: | Leyendas divergentes con una clase intermedia (Izquierda) y respecto a un valor crítico (Derecha). Elaboración propia basado en (Brewer, 2005). | 151 |
| Figura 2-71: | Leyenda de doble entrada combinación de eje cualitativo y secuencial..... | 153 |
| Figura 2-72: | Leyenda de doble entrada combinación de eje divergente y secuencial | 153 |
| Figura 2-73: | Leyenda de doble entrada combinación de eje divergente y secuencial | 154 |
| Figura 2-74: | Imagen del satélite Landsat sensor Thematic Mapper 5, Prepirineo Occidental Oscense..... | 158 |
| Figura 2-75: | Módulos de cartografía temática en dos software concretos: ArcGIS® 9.2. (Derecha) y MapInfo® 6.5.© (Izquierda) en los que se puede observar su estructuración en base a tipo de mapas..... | 164 |
| Figura 2-76: | Propuesta en relación con la variable visual tamaño. Elaboración propia..... | 173 |
| Figura 2-77: | Diversas opciones posibles para la configuración de leyendas de símbolos proporcionales. | 174 |
| Figura 2-78: | Propuesta en relación con la variable visual forma. Elaboración propia. | 175 |
| Figura 2-79: | Propuesta en relación con la variable visual orientación. Elaboración propia..... | 176 |
| Figura 2-80: | Propuesta en relación con la variable visual color. Elaboración propia..... | 177 |
| Figura 2-81: | Diversas opciones posibles para la configuración de leyendas de color..... | 178 |
| Figura 2-82: | Propuesta en relación con la variable visual textura. Elaboración propia..... | 179 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Figura 2-83: | Elementos del mapa. Elaboración propia. | 184 |
| Figura 2-84: | Elementos del mapa. Elaboración propia. | 189 |
| Figura 3-1: | Matriz geográfica modificada, basado en (Aguilera Arilla et al., 2003) y ésta en (Berry, 1964; Dangermond, 1986) | 197 |
| Figura 3-2: | Cálculo de los potenciales de población 1 Elaboración propia. | 211 |
| Figura 3-3: | Cálculo de los potenciales de población 2. Elaboración propia. | 212 |
| Figura 3-4: | Cálculo de los potenciales de población 3. Elaboración propia. | 212 |
| Figura 3-5: | Cálculo de los potenciales de población 4. Elaboración propia. | 213 |
| Figura 3-6: | Cálculo de los potenciales de población 5. Elaboración propia. | 213 |
| Figura 3-7: | Cálculo de los potenciales de población 6. Elaboración propia. | 214 |
| Figura 3-8: | Cálculo de los potenciales de población 7. Elaboración propia. | 214 |
| Figura 3-9: | El mapa de la izquierda muestra el municipio original de Markina-Xemein con su distribución antes de 2006 año tras el cual se produjo la desagregación de Ziortza-Bolibar con los límites mostrados en el mapa derecho..... | 234 |
| Figura 3-10: | Ampliación de la leyenda utilizada en el mapa de Ratio de crecimiento medio anual calculado en porcentaje, (Zhongguo di tu chu ban she..... | 240 |
| Figura 3-11: | Ampliación de la leyenda utilizada en el mapa de Población y sus cambios entre 1961 y 1991, (Fridl et al, 2001)..... | 241 |
| Figura 3-12: | Configuración por generalización de los datos censales y padronales de las diferentes escalas de trabajo. | 242 |
| Figura 3-13: | Comparación de modos de representación del Índice de envejecimiento. Elaboración propia..... | 249 |
| Figura 3-14: | Comparación entre el dimensionamiento de elementos puntuales mediante cálculos proporcionales a la superficie y al volumen. Elaboración propia. | 252 |
| Figura 3-15: | Ejemplo de leyendas para la serie “Porcentaje de población” (Brewer, 2001)..... | 260 |
| Figura 3-16: | Esquema sintetizado de las trayectorias de codificación cartográfica. Elaboración propia..... | 276 |
| Figura 3-17: | Trayectoria 6: (Cualitativa + Nominal + Superficial + Color). Elaboración propia..... | 279 |
| Figura 3-18: | Trayectoria 18: (Cuantitativa + Intervalos + Superficial + Valor). Elaboración propia. | 282 |
| Figura 3-19: | Trayectorias 20/37: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Puntual + Tamaño)..... | 285 |
| Figura 3-20: | Trayectoria 22 Y 39: (Cuantitativo + Razón/Recuento + Lineal + Tamaño)..... | 290 |
| Figura 3-21: | Trayectoria 25: (Cuantitativo + Razón + Superficial + Valor)..... | 293 |
| Figura 3-22: | Trayectoria 27: (Cuantitativa + Absoluta + Puntos + Valor)..... | 297 |
| Figura 3-23: | Trayectoria 30: (Cuantitativa + Absoluta + Superficial + Valor)..... | 299 |
| Figura 3-24: | Trayectorias 23/40: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Lineal + Valor)..... | 301 |
| Figura 3-25: | Leyenda del mapa de Dinámica demográfica. (Calvo Palacios et al., 1992a)..... | 310 |
| Figura 4-1: | Configuración de campos de las bases de datos espaciales originales. | 341 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Figura 4-2: | Informe de errores topológicos (realizado mediante ArcGIS®) encontrados en la revisión y posteriormente corregidos.. | 344 |
| Figura 4-3: | Base de municipios original (Arriba izquierda) a partir de la cual se ha creado por agregación la base provincial (Medio izquierda) y la regional (Abajo izquierda). Era condición indispensable la coincidencia geográfica entre los límites de las tres (Derecha) Elaboración propia | 346 |
| Figura 4-4: | Aspecto de la capa original de la que fueron extraídos los contornos de las naciones limítrofes (Izquierda); Esquema de la caja oficial del IGN empleado para cartografía temática, obsérvese el espacio dedicado a la comunidad canaria, respetando la proposición no de ley aprobada por el Congreso de los Diputados el 27 de diciembre de 1994 en la que se insta a las publicaciones oficiales a que Canarias se sitúe en la esquina Sudoeste de los mapas, aludiendo a su posición geográfica real. (Arriba, derecha); Caja definitiva, señalado en blanco la caja creada y en gris la capa provincial generada previamente (Abajo, derecha).Elaboración propia. | 347 |
| Figura 4-5: | Comparación entre la base original (en rojo) y las generalizadas (en negro) Base 2 (Arriba) y Base 3 (Abajo). A los elementos señalados en verde se les devolvió parte de la precisión espacial que habían perdido durante la generalización, mientras que los magenta requirieron una simplificación aun mayor debido a un problema evidente de congestión. | 349 |
| Figura 4-6: | Esquema simplificado del proceso de generalización realizado. Elaboración propia. | 350 |
| Figura 4-7: | Ejemplos del proceso de generalización realizado. Elaboración propia. | 352 |
| Figura 4-8: | Polígono municipal desagregado en 2 partes. Elaboración propia. | 357 |
| Figura 4-9: | Diferentes posibilidades de representación plana para la simulación de esferas. Elaboración propia. | 361 |
| Figura 4-10: | Comparación entre leyendas automáticas generadas por SIG (Izquierda) y las personalizadas en sistemas infográficos para los mapas realizados en esta tesis doctoral. (derecha). Elaboración propia. | 365 |
| Figura 4-11: | Maquetas de presentaciones finales, escala 1:16.000.000. Elaboración propia. | 366 |
| Figura 4-12: | Maquetas de presentaciones finales, escala 1:8.250.000. Elaboración propia. | 366 |
| Figura 4-13: | Maquetas de presentaciones finales, escala 1:5.750.000 Elaboración propia. | 367 |
| Figura 4-14: | Maquetas de presentaciones finales, escala 1:4.000.000 Elaboración propia. | 368 |
| Figura 4-15: | Leyenda lineal de tamaño para la serie Movimientos migratorios interiores, 1960-2004. Elaboración propia. | 408 |
| Figura 4-16: | Leyendas de los mapas de: Tasa de Emigración (Izquierda), Tasa de Inmigración (Centro) y Saldo Migratorio (Derecha) Elaboración propia. | 515 |
| Figura 4-17: | Leyendas comparadas de variación porcentual de población, para la escala provincial (Izquierda) y municipal (Derecha) Elaboración propia. | 530 |
| Figura 4-18: | Leyenda de doble entrada combinando una trayectoria ejecutada mediante el color (Índice de feminidad) y otra mediante el valor (Población de 65 años y más). Elaboración propia. | 573 |
| Figura 4-19: | Leyenda de doble entrada combinando el Crecimiento demográfico con la Condición socioeconómica media. Elaboración propia. | 579 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Figura 4-20: | Proceso de transferencia del potencial inferido desde la célula ráster (imagen superior) a cada uno de los municipios (imagen inferior). Elaboración propia..... | 588 |
| Figura 4-21: | Leyenda del mapa de Dinámica demográfica, estructurada en torno a cuatro umbrales que generan nueve categorías diferentes. Elaboración propia. | 590 |
| Figura 4-22: | Leyenda de doble entrada empleada en el mapa de Dinámica demográfica, muestra los porcentajes utilizados de cada tinta (C: Cyan, M: Magenta y A: Amarillo). Elaboración propia. | 598 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 2-1: | Ventajas e inconvenientes del uso de sistemas infográficos aplicados a la elaboración de cartografía. Elaboración propia..... | 42 |
| Tabla 2-2: | Correspondencia entre los niveles NUTS y las unidades administrativas nacionales (2007) Fuente: Eurostat | 56 |
| Tabla 2-3: | Límites demográficos para las categorías NUTS..... | 57 |
| Tabla 2-4: | Comparativa de resolución espacial entre las imágenes obtenidas por tres satélites diferentes..... | 58 |
| Tabla 2-5: | Relaciones topológicas entre objetos espaciales (Robinson, 2004)..... | 61 |
| Tabla 2-6: | Los colores del espectro electromagnético.(Bruno y Svoronos, 2005) | 152 |
| Tabla 2-7: | Propuesta de empleo no permitido, condicionado y permitido de las variables visuales en relación con las capas raster y vectoriales y sus tipos de implantación. Elaboración propia basada en (Bertin, 1983; Cauvin et al., 2007b)..... | 171 |
| Tabla 3-1: | Temas propuestos por la ONU para su inclusión en un censo de población. (ONU, 2008)..... | 203 |
| Tabla 3-2: | Correspondencia entre la temática abarcada por los censos y los ámbitos de trabajo en Geodemografía. Elaboración propia..... | 204 |
| Tabla 3-3: | Fecha de realización del primer censo demográfico oficial por países. (Puyol et al., 1992)..... | 233 |
| Tabla 3-4: | Extracción de los datos del Nomenclator español para los municipios de Markina-Xemein y Ziortza-Bolibar..... | 234 |
| Tabla 3-5: | Base de datos resultante tras el proceso de normalización para los los municipios de Markina-Xemein y Ziortza-Bolibar. | 234 |
| Tabla 3-6: | Composiciones cartográficas más comunes en el marco de la Geografía de la Población. Elaboración propia..... | 305 |
| Tabla 4-1: | Propiedades de línea para las diferentes pruebas..... | 422 |
| Tabla 4-2: | Desarrollo en porcentajes de Cyan, Magenta, Amarillo y Negro del color de cada intervalo..... | 485 |
| Tabla 4-3: | Desarrollo en porcentajes de Cyan, Magenta, Amarillo y Negro del color de cada intervalo..... | 499 |
| Tabla 4-4: | Ordenación interna de la serie Variaciones porcentuales de población..... | 516 |

ÍNDICE DE MAPAS

| | | |
|------------|---|-----|
| Mapa 2-1: | Mapa de empleo en industria y minería, 1991 extraído del Atlas Nacional de Eslovenia, en el que se aprecia la utilización de elementos propios de cartografía de carácter general (Fridl et al., 2001). | 45 |
| Mapa 2-2: | Accesibilidad por carretera según factor de ruta y población, año 2005. Fuente: GEOT. Escala 1:7.000.000..... | 70 |
| Mapa 2-3: | Accesibilidad por carretera según factor de ruta, año 2005. Fuente: GEOT. Escala 1:11.000.000..... | 70 |
| Mapa 2-4: | Cartografía de población total como variable fundamental. Elaboración propia. | 89 |
| Mapa 2-5: | Cartografía de densidad de población como variable derivada. Elaboración propia. | 89 |
| Mapa 2-6: | Cartografía de una variable de carácter nominal: tipos de vegetación. Elaboración propia. | 98 |
| Mapa 2-7: | Cartografía de una variable de carácter ordinal: Número de títulos editados. Elaboración propia..... | 98 |
| Mapa 2-8: | Cartografía de dos variables de distinta escala de medida: la proporción de inmigrantes como escala de intervalos y la población total como escala de ratios. (Fridl et al., 2001) | 100 |
| Mapa 2-9: | Cartografía de una variable de carácter absoluto: Probabilidad de precipitación. | 101 |
| Mapa 2-10: | Cartografía de una variable medida en escala de recuento: Número de residentes por manzana. Fuente: GEOT. | 101 |
| Mapa 2-11: | Cartografía de una variable de escala de medida cíclica: Pendiente..... | 103 |
| Mapa 2-12: | Mapa turístico de la Zona del Parque Cultural de San Juan de la Peña en el que se emplea la forma como variable visual principal..... | 108 |
| Mapa 2-13: | Mapa de campos de viento, Fuente: Instituto Nacional de Meteorología, 2008..... | 110 |
| Mapa 2-14: | Atractivos de Irian-Jaya en Indonesia en 1994. Le Monde Diplomatique, 2003..... | 112 |
| Mapa 2-15: | Ingresos de los operadores de telefonía móvil, Atlas de Industria, (IGN, 2007)..... | 115 |
| Mapa 2-16: | Cambios de población, 1928. Atlas de Grecia, (Sivignon, 2003)..... | 124 |
| Mapa 2-17: | El agua subterránea; Atlas de Irán, (Hourcade et al., 1998)..... | 124 |
| Mapa 2-18: | El uso doméstico del gas en zonas rurales; Atlas de Irán, (Hourcade et al., 1998) | 126 |
| Mapa 2-19: | Conflictos con el agua, Le Monde Diplomatique, 2000..... | 128 |
| Mapa 2-20: | Cartograma de Nueva Zelanda, en base a la población residente. (Kirkpatrick, 2005)..... | 130 |
| Mapa 2-21: | Mapa de temperaturas extremas previstas y de sus variaciones respecto al día anterior que utiliza una leyenda espectral de forma manifiestamente incorrecta. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología de España..... | 152 |
| Mapa 2-22: | Mapa raster con aplicación de tamaño. (Calvo Palacios et al., 1992)..... | 155 |
| Mapa 2-23: | Distribución de especies vegetales, ejemplo de cartografía raster con leyenda cualitativa basada en el uso de la variable color. Elaborado por Raquel Montorio, Prueba para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, 2006..... | 156 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Mapa 2-24: | Unidades de paisaje en función de su comportamiento frente al fuego, ejemplo de leyenda multivariable con un eje cualitativo (especies vegetales) y otro secuencial (capacidad de reconstrucción). (Pérez-Cabello, 2002)..... | 157 |
| Mapa 2-25: | Cartografía raster del Índice de NDVI. Elaboración propia. | 157 |
| Mapa 2-26: | Peso demográfico por provincias, enfoque semiótico. | 161 |
| Mapa 2-27: | Peso demográfico por provincias, enfoque semiológico..... | 161 |
| Mapa 2-28: | La pobreza en el mundo, (Le Monde Diplomatique, 2002)..... | 162 |
| Mapa 2-29: | Mapa que refleja la ascendencia más frecuente en cada uno de los estados de Estados Unidos de América. Obsérvese que para cada una de las ascendencias se utiliza un color diferente aplicado directamente sobre la superficie estatal.(Suchan et al., 2007)..... | 165 |
| Mapa 2-30: | Mapa coroplético que representa la Tasa de Fecundidad en Rumanía. (Rey, 2000)..... | 166 |
| Mapa 2-31: | Balance de comercio interregional en Tailandia. Productos agrícolas incluidos los animales, en 1996. Se configura el mapa mediante símbolos graduados respecto al volumen de comercio.(Kermel-Torrès, 2004)..... | 168 |
| Mapa 2-32: | Distribución del valor de las importaciones. Principales países vendedores. (IGN, 2007) | 168 |
| Mapa 2-33: | Mapa de densidad de puntos representando la población asturiana. Fuente: IGN, INE. Elaboración propia..... | 169 |
| Mapa 2-34: | Proporción de refugiados en Lesbos respecto a la población existente en 1928.(Sivignon, 2003)..... | 170 |
| Mapa 3-1: | Distribución de la población en España, año 1900. Elaboración propia..... | 229 |
| Mapa 3-2: | Mapa coroplético que muestra la diferencia entre 1990 y 2000 en número de gente en Estados Unidos, (Brewer y Suchan, 2001). | 238 |
| Mapa 3-3: | Mapa de China, Ratio de crecimiento medio anual calculado en porcentaje, (Zhongguo di tu chu ban she, 1999)..... | 240 |
| Mapa 3-4: | Mapa de Eslovenia, Población y sus cambios entre 1961 y 1991, (Fridl et al, 2001). | 241 |
| Mapa 3-5: | Mapa de densidad de población de Estados Unidos, (Brewer y Suchan, 2001)..... | 243 |
| Mapa 3-6: | Densidad de población en España, agregación autonómica, año 2006. | 245 |
| Mapa 3-7: | Densidad de población en España, agregación provincial, año 2006. | 245 |
| Mapa 3-8: | Densidad de población en España, agregación municipal, año 2006. | 245 |
| Mapa 3-9: | La Tasa de Natalidad en Italia 1989-1992, (TCI, 1989-1992)..... | 256 |
| Mapa 3-10: | Porcentaje de población de una o más razas incluyendo la blanca, (Brewer y Suchan, 2001). | 258 |
| Mapa 3-11: | Porcentaje de población de una o más razas incluyendo la Afroamericana, (Brewer y Suchan, 2001). | 258 |
| Mapa 3-12: | Porcentaje de población de una o más razas incluyendo la Asiática, (Brewer y Suchan, 2001). | 259 |
| Mapa 3-13: | Porcentaje de población de una o más razas incluyendo los indios americanos y los nativos de Alaska, (Brewer y Suchan, 2001). | 259 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Mapa 3-14: | Porcentaje de población de una o más razas incluyendo los nativos hawaianos y de otras islas del Pacífico, Atlas de la diversidad, 2001. | 260 |
| Mapa 3-15: | Atlas de la Roumania, La dinámica de la densidad de población (Rey, 2000)..... | 262 |
| Mapa 3-16: | Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores: Sector Primario. (Sivignon, 2003) | 264 |
| Mapa 3-17: | Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores: Sector Secundario. (Sivignon, 2003)..... | 264 |
| Mapa 3-18: | Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores: Sector Terciario. (Sivignon, 2003) | 265 |
| Mapa 3-19: | Atlas de la Grèce, Leyenda conjunta. (Sivignon, 2003) | 265 |
| Mapa 3-20: | A new social Atlas of Britain. Cambio de población (distritos) entre 1901-1991 (Dorling, 1995)..... | 267 |
| Mapa 3-21: | A new social Atlas of Britain. Cambio de población (distritos) entre 1981-1990 (Dorling, 1995)..... | 267 |
| Mapa 3-22: | A new social Atlas of Britain. Cambio de población (wards) entre 1971-1981 y 1981-1991 (Dorling, 1995)..... | 268 |
| Mapa 3-23: | Atlas d'Iran Evolución de la población total de 1966-1986. (Hourcade et al., 1998)..... | 271 |
| Mapa 3-24: | Atlas d'Iran Evolución de la población total de 1986-1991. (Hourcade et al., 1998)..... | 271 |
| Mapa 3-25: | Representación de la densidad de población a través de implantación 2,5D/(Suchan et al., 2007). | 273 |
| Mapa 3-26: | Mapa cualitativo sobre superficies que utiliza la variable visual color para reflejar los lugares prevalentes de nacimiento de los residentes nacidos en el extranjero en Estados Unidos por condados. (Suchan et al., 2007) | 281 |
| Mapa 3-27: | Edad de las mujeres al primer matrimonio en Irán. (Hourcade et al., 1998)..... | 284 |
| Mapa 3-28: | Personal ocupado en el Sector Turístico, (IGN, 2007)..... | 288 |
| Mapa 3-29: | Población total en Oregón, (Loy, 2001) | 289 |
| Mapa 3-30: | Migraciones en Brasil, (Théry y Aparecida de Mello, 2003) | 291 |
| Mapa 3-31: | Densidad de población en Grecia, (Sivignon, 2003) | 294 |
| Mapa 3-32: | Veinte años de evolución de la población urbana en Japón, representada por símbolos puntuales y la variable visual valor (Zanin y Trémelo, 2002). | 296 |
| Mapa 3-33: | Porcentaje de población mayor de 60 años en el estado de Oregón, Estados Unidos. (Loy, 2001) | 300 |
| Mapa 3-34: | Número de migrantes en Rumanía en 1991, (Rey, 2000). | 303 |
| Mapa 3-35: | Evolución de la población municipal en la Comunidad Autónoma de Aragón, Grupo GEOT..... | 308 |
| Mapa 3-36: | Los grandes ejes de migración, Atlas de Irán. Mapa tipo 4 combinado con variable nominal. (Hourcade et al., 1998)..... | 309 |
| Mapa 3-37: | Detalle del mapa de Dinámica Demográfica (Calvo Palacios et al., 1992a)..... | 311 |
| Mapa 3-38: | Estructura de Empleo, 1991. (Fridl et al., 2001)..... | 313 |
| Mapa 4-1: | Inmigrantes según nacionalidad, 2001. | 370 |
| Mapa 4-2: | Población total, escala provincial, 1900. | 378 |
| Mapa 4-3: | Población total, escala provincial, 1920. | 378 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Mapa 4-4: | Población total, escala provincial, 1940..... | 379 |
| Mapa 4-5: | Población total, escala provincial 1960..... | 379 |
| Mapa 4-6: | Población total, escala provincial, 1981..... | 380 |
| Mapa 4-7: | Población total, escala provincial 1991..... | 380 |
| Mapa 4-8: | Población total, escala provincial, 2001..... | 381 |
| Mapa 4-9: | Población total, escala provincial, 2007..... | 381 |
| Mapa 4-10: | Población total, escala municipal, 1900..... | 382 |
| Mapa 4-11: | Población total, escala municipal, 1920..... | 384 |
| Mapa 4-12: | Población total, escala municipal, 1940..... | 386 |
| Mapa 4-13: | Población total, escala municipal 1960..... | 388 |
| Mapa 4-14: | Población total, escala municipal, 1981..... | 390 |
| Mapa 4-15: | Población total, escala municipal 1991..... | 392 |
| Mapa 4-16: | Población total, escala municipal, 2001..... | 394 |
| Mapa 4-17: | Población total, escala municipal, 2007..... | 396 |
| Mapa 4-18: | Nivel Medio de Estudios en el Grupo 30-39 años, escala municipal, 2001..... | 404 |
| Mapa 4-19: | Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Andalucía..... | 409 |
| Mapa 4-20: | Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Andalucía..... | 409 |
| Mapa 4-21: | Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Andalucía..... | 409 |
| Mapa 4-22: | Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Andalucía..... | 409 |
| Mapa 4-23: | Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Andalucía..... | 409 |
| Mapa 4-24: | Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Comunidad de Madrid..... | 411 |
| Mapa 4-25: | Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Comunidad de Madrid..... | 411 |
| Mapa 4-26: | Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Comunidad de Madrid..... | 411 |
| Mapa 4-27: | Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Comunidad de Madrid..... | 411 |
| Mapa 4-28: | Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Comunidad de Madrid..... | 411 |
| Mapa 4-29: | Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Canarias..... | 413 |
| Mapa 4-30: | Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Canarias..... | 413 |
| Mapa 4-31: | Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Canarias..... | 413 |
| Mapa 4-32: | Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Canarias..... | 413 |
| Mapa 4-33: | Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Canarias..... | 413 |
| Mapa 4-34: | Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Aragón..... | 415 |
| Mapa 4-35: | Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Aragón..... | 415 |
| Mapa 4-36: | Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Aragón..... | 415 |
| Mapa 4-37: | Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Aragón..... | 415 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Mapa 4-38: | Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Aragón..... | 415 |
| Mapa 4-39: | Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Melilla. | 417 |
| Mapa 4-40: | Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Melilla. | 417 |
| Mapa 4-41: | Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Melilla. | 417 |
| Mapa 4-42: | Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Melilla. | 417 |
| Mapa 4-43: | Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Melilla. | 417 |
| Mapa 4-44: | Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Cataluña. | 418 |
| Mapa 4-45: | Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Cataluña. | 418 |
| Mapa 4-46: | Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Cataluña. | 418 |
| Mapa 4-47: | Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Cataluña. | 418 |
| Mapa 4-48: | Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Cataluña. | 418 |
| Mapa 4-49: | Densidad de población, escala provincial, 1900. | 424 |
| Mapa 4-50: | Densidad de población, escala provincial, 1920. | 424 |
| Mapa 4-51: | Densidad de población, escala provincial, 1940. | 425 |
| Mapa 4-52: | Densidad de población, escala provincial 1960. | 425 |
| Mapa 4-53: | Densidad de población, escala provincial, 1981. | 426 |
| Mapa 4-54: | Densidad de población, escala provincial 1991. | 426 |
| Mapa 4-55: | Densidad de población, escala provincial, 2001. | 427 |
| Mapa 4-56: | Densidad de población, escala provincial, 2007. | 427 |
| Mapa 4-57: | Densidad de población, escala municipal, 1900. | 428 |
| Mapa 4-58: | Densidad de población, escala municipal, 1920. | 430 |
| Mapa 4-59: | Densidad de población, escala municipal, 1940. | 432 |
| Mapa 4-60: | Densidad de población, escala municipal 1960. | 434 |
| Mapa 4-61: | Densidad de población, escala municipal, 1981. | 436 |
| Mapa 4-62: | Densidad de población, escala municipal 1991. | 438 |
| Mapa 4-63: | Densidad de población, escala municipal, 2001. | 440 |
| Mapa 4-64: | Densidad de población, escala municipal, 2007. | 442 |
| Mapa 4-65: | Tasa de fecundidad, escala provincial, 1975-1980. | 449 |
| Mapa 4-66: | Tasa de fecundidad, escala provincial, 1981-1985. | 449 |
| Mapa 4-67: | Tasa de fecundidad, escala provincial, 1986-1990. | 450 |
| Mapa 4-68: | Tasa de fecundidad, escala provincial, 1991-1995. | 450 |
| Mapa 4-69: | Tasa de fecundidad, escala provincial, 1996-2000. | 451 |
| Mapa 4-70: | Tasa de fecundidad, escala provincial, 2001-2004. | 451 |
| Mapa 4-71: | Actividad económica, escala municipal, 2001..... | 458 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Mapa 4-72: | Potenciales de población, 1970..... | 466 |
| Mapa 4-73: | Potenciales de población, 2005..... | 466 |
| Mapa 4-73b: | Potenciales de Población para España y Francia. Elaboración propia..... | 474 |
| Mapa 4-73c: | Potenciales de Población combinados con modelos de sombreado. Elaboración propia..... | 475 |
| Mapa 4-74: | Variaciones de Potenciales de población 1970-2005..... | 467 |
| Mapa 4-75: | Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1975-1980..... | 479 |
| Mapa 4-76: | Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1981-1985..... | 479 |
| Mapa 4-77: | Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1986-1990..... | 480 |
| Mapa 4-78: | Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1991-1995..... | 480 |
| Mapa 4-79: | Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1996-2000..... | 481 |
| Mapa 4-80: | Tasa de nupcialidad, escala provincial, 2001-2004..... | 481 |
| Mapa 4-81: | Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1900-1920..... | 486 |
| Mapa 4-82: | Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1920-1940..... | 486 |
| Mapa 4-83: | Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1940-1960..... | 487 |
| Mapa 4-84: | Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1960-1981..... | 487 |
| Mapa 4-85: | Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1981-2001..... | 488 |
| Mapa 4-86: | Población extranjera, escala municipal, 2001..... | 494 |
| Mapa 4-87: | Población extranjera, escala municipal, 2006..... | 496 |
| Mapa 4-88: | Población extranjera, escala provincial, 2001..... | 498 |
| Mapa 4-89: | Población extranjera, escala provincial, 2006..... | 498 |
| Mapa 4-90: | Tasa de Emigración Interior, escala provincial, 2001..... | 505 |
| Mapa 4-91: | Tasa de Emigración Interior, escala provincial, 2004..... | 505 |
| Mapa 4-92: | Tasa de Inmigración Interior, escala provincial, 2001..... | 506 |
| Mapa 4-93: | Tasa de Inmigración Interior, escala provincial, 2004..... | 506 |
| Mapa 4-94: | Saldo Migratorio Interior, escala provincial, 2001..... | 507 |
| Mapa 4-95: | Saldo Migratorio Interior, escala provincial, 2004..... | 507 |
| Mapa 4-96: | Variaciones de población, escala provincial, 1900-1920..... | 518 |
| Mapa 4-97: | Variaciones de población, escala provincial, 1920-1940..... | 519 |
| Mapa 4-98: | Variaciones de población, escala provincial, 1940-1960..... | 519 |
| Mapa 4-99: | Variaciones de población, escala provincial, 1960-1981..... | 520 |
| Mapa 4-100: | Variaciones de población, escala provincial, 1981-1991..... | 520 |
| Mapa 4-101: | Variaciones de población, escala provincial, 1991-2001..... | 521 |
| Mapa 4-102: | Variaciones de población, escala provincial, 2001-2006..... | 521 |
| Mapa 4-103: | Variaciones de población, escala municipal, 1970-1981..... | 522 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Mapa 4-104: | Variaciones de población, escala municipal, 1981-1991..... | 524 |
| Mapa 4-105: | Variaciones de población, escala municipal, 1991-2001..... | 526 |
| Mapa 4-106: | Variaciones de población, escala municipal, 2001-2006..... | 528 |
| Mapa 4-107: | Población extranjera por continente de procedencia: Europa, escala provincial, 2006..... | 538 |
| Mapa 4-108: | Población extranjera por continente de procedencia: África, escala provincial, 2006..... | 538 |
| Mapa 4-109: | Población extranjera por continente de procedencia: América, escala provincial, 2006..... | 539 |
| Mapa 4-110: | Población extranjera por continente de procedencia: Asia y Oceanía, escala provincial, 2006..... | 539 |
| Mapa 4-111: | Estado civil: Solteros, escala provincial, 2001..... | 540 |
| Mapa 4-112: | Estado civil: Casados, escala provincial, 2001..... | 540 |
| Mapa 4-113: | Estado civil: Divorciados y separados, escala provincial, 2001..... | 541 |
| Mapa 4-114: | Estado civil: Viudos, escala provincial, 2001..... | 541 |
| Mapa 4-115: | Tasa de Autoctonía, escala municipal, 2001..... | 544 |
| Mapa 4-116: | Población Vinculada que reside y trabaja en un municipio, escala municipal, 2001..... | 550 |
| Mapa 4-117: | Variaciones de densidad de población, escala municipal, 1970-1981..... | 558 |
| Mapa 4-118: | Tasa de Paro, escala municipal, 2001..... | 562 |
| Mapa 4-119: | Tasa de Ocupación, escala municipal, 2001..... | 564 |
| Mapa 4-120: | Relación Índice de feminidad — Población de 65 años y más, escala municipal, 2001..... | 574 |
| Mapa 4-121: | Relación entre la Variación de población y la Condición socioeconómica media..... | 580 |
| Mapa 4-122: | Dinámica demográfica, escala municipal, 1970-2005..... | 586 |

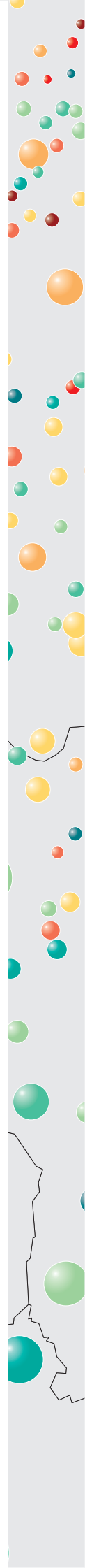
ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|----------------|---|-----|
| Gráfico 4- 1: | Inmigrantes por nacionalidad, 2001.(Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008)..... | 373 |
| Gráfico 4- 3: | Evolución demográfica de Ávila, Cuenca, Huesca, Lugo, Ourense, Palencia, Soria y Zamora, 1900-2007. Elaboración propia..... | 398 |
| Gráfico 4- 4: | Evolución demográfica de Alicante, Cádiz, Málaga, Murcia, Sevilla y Valencia, 1900-2007..... | 399 |
| Gráfico 4- 5: | Distribución de frecuencias de la variable Peso del sector terciario..... | 457 |
| Gráfico 4- 6: | Tasa de Nupcialidad, medias nacionales entre 1980-2004..... | 482 |
| Gráfico 4- 7: | Histograma correspondiente a los datos de todos los periodos entre 1900-2001 de la evolución de la población menor de 15 años. Elaboración propia..... | 490 |
| Gráfico 4- 8: | Histogramas correspondientes a los datos de cada una de las variables (Emigración Interior e Inmigración Interior) para cada una de las fechas 2001 y 2004 e histograma de la serie completa..... | 511 |
| Gráfico 4- 9: | Distribución de frecuencias en el de los datos de tasa de autoctonía, 2001.Elaboración propia..... | 546 |
| Gráfico 4- 10: | Histograma de frecuencias de la variable Población vinculada a un municipio que reside y trabaja en el mismo, 2001..... | 552 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| Gráfico 4- 11: | Distribución de la variable tasa de Paro. Elaboración propia. | 561 |
| Gráfico 4- 12: | Histograma de la variable Tasa de Ocupación. (El carácter leptocúrtico de la misma impide que se puedan incluir los intervalos de la leyenda en el eje de abcisas tal y como se hecho en el resto de histogramas.)Elaboración propia. | 566 |
| Gráfico 4- 13: | Distribución de los municipios españoles según las categorías..... | 573 |
| Gráfico 4- 14: | Distribución de los municipios españoles según las categorías. Elaboración propia. | 582 |



INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

El Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio (GEOT) del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio en la Universidad de Zaragoza, al que pertenezco, ha venido dedicando sus esfuerzos durante los últimos 20 años a desarrollar cartografía temática que permitiera analizar el espacio en clave de Ordenación del territorio posibilitando la labor de toma de decisiones al respecto. Los modos de hacer cartografía en el marco de este grupo de investigación pasan por ser conceptualmente diferentes a los empleados en otros entornos por estar especialmente pegados a las teorías bertinianas originales, e inevitablemente pasan por considerar que las variables relacionadas con la población guían procesos territoriales relevantes en lo que a gestión espacial se refiere, especialmente importante es el estudio de la gente, de su distribución en el territorio así como el análisis de sus componentes y comportamientos que generan diferencias funcionales en los espacios que ocupan.

Se considera de particular relevancia el hecho de adaptar el proceso cartográfico a los contenidos temáticos que los mapas tratan de mostrar de manera que, aunque las teorías generales son válidas para lograr el cartografiado correcto de cualquier variable real, es conveniente profundizar en las características propias que permitirán generar mapas más eficaces.

La actualidad geográfica hace ya mucho que está marcada por la irrupción de los Sistemas de Información Geográfica y anteriormente a los mismos otras aplicaciones que permiten la gestión de información georreferenciada, por lo que la posibilidad de hacer cartografía, incluso sin conocer las teorías básicas de la misma, están ahora al alcance de un número superior de profesionales. Sin embargo las salidas que estos software ofrecen están basadas más en lo coroplético que en los criterios de manejo de las variables visuales que había desarrollado GEOT.

A esos dos aspectos mencionados que condicionan la cartografía de hoy se le une un tercero: los indudables cambios que se han producido a nivel demográfico y territorial en España a lo largo de los siglos XX y XXI, empezando por que hasta mitad del primero, las gentes residían en núcleos que podemos denominar más o menos estancos, los espacios desempeñaban unas funciones que apenas se veían modificadas con el transcurrir de los años de manera que la cartografía existente dejaba ver con facilidad la estructura demográfica reinante. Sus espacios de vida estaban referenciados y anclados a un solo municipio.

Sin embargo la actualidad habla de otra realidad bien distinta que escapa a los conceptos tradicionales que la cartografía ha estado utilizando hasta ahora. Se pueden encontrar numerosos ejemplos como el desbordamiento de los límites municipales que han dejado de configurarse como fronteras funcionales. Debe olvidarse esta delimitación administrativa como un fin en sí misma puesto que pasa a formar parte de unas nuevas cuencas de vida mucho más amplias espacialmente, en las que los habitantes se mueven con más facilidad que nunca buscando, entre otros, los lugares que le suponen un menor coste. Esto implica que

cada persona deja un rastro administrativo no solo en el municipio en el que está su casa, también en el que trabaja, en el que tiene la casa de la playa, en el que va al cine y en el que hace la compra semanal.

Los espacios vitales, entendidos como los ámbitos territoriales necesarios para que una colectividad pueda desarrollarse, rebasan unos límites administrativos que son herencia de estructuras demográficas pasadas. Funcionalmente la ciudad real se ha extendido hasta aquellos lugares donde duermen las personas que le dan vida, gestando así sucesivas coronas metropolitanas que van evolucionando hasta adquirir características similares a las de la ciudad central de origen (Población más joven, mayores tasas de feminidad, mayor nivel de estudios...), momento en el que se origina una nueva orla cuya desventaja principal se materializa en un alejamiento evidente de la metrópoli cuyo recorrido diario, sin embargo, compensa por los precios de suelo más competitivos.

De esta forma el discurrir de la vida lleva a cada persona a introducirse en ciclos temporales diferentes: los principales siguen siendo los diarios que obligan a desplazarse desde su lugar de residencia hasta el de trabajo y viceversa, con las consecuentes fricciones que la simultaneidad de horarios producen al generarse tráfico matinal centrípeto y vespertino centrífugo en todo tipo de transporte. Es ineludible tener en cuenta que esta nueva realidad es posible bajo la condición de la existencia de transporte público eficiente y asequible y de vehículos particulares, cuyas ventajas de movilidad son evidentes pero acarrear una nómina también relevante de inconvenientes.

La población se ve también inmersa en otros ciclos vinculados principalmente a la segunda residencia ya sean de periodicidad semanal o anual, diferenciándose ambos por la longitud de la temporada que se cambia de morada (un fin de semana o varias semanas) y por la distancia que es necesario recorrer, que será inferior en el caso de los desplazamientos semanales.

Enlazando con la vertiente temporal de la realidad demográfica, cuya relevancia espacial se acentúa más en el último cuarto del siglo XX y en los albores del XXI, cabe mencionar que actualmente no puede entenderse el espacio sin su consideración a través del tiempo, ya sea por los ciclos mencionados, porque los lugares no han jugado los mismos roles a lo largo de la historia, porque el estudio de los procesos es imprescindible, porque las situaciones actuales son herederas de las pasadas hallando causas y explicaciones en las mismas que son capaces de ofrecer algunas de las pautas de interpretación necesarias para su entendimiento, porque la sociedad ha dejado de comportarse de forma estática para convertir el constante movimiento en una de sus características más significativas...

Como consecuencia de lo expuesto previamente se puede deducir que hoy en día es tarea de la cartografía adaptarse a estas nuevas realidades mirándolas desde un punto de vista longitudinal al que se incorpore no solo la componente diatópica (a través de los lugares) necesaria para explicar los fenómenos citados, sino también la diacrónica, (a través del

tiempo) de uso irrenunciable para profundizar en el análisis de lo mencionado en el párrafo anterior.

Esta tesis doctoral surge vinculada a la inquietud de que estos tres aspectos (la necesidad de adecuación del proceso cartográfico a los contenidos temáticos que refleja, la existencia de aplicaciones que facilitan la elaboración de mapas y los cambios demográficos acaecidos en los últimos tiempos) hayan condicionado de tal modo los procesos cartográficos que sea necesario redefinir los parámetros y sobre todo ajustarlos a las características propias de las variables que se representan, en este caso las relacionadas con la población.

Con el objetivo de comprobar si esto es cierto se revisaron multitud de documentos cartográficos, especialmente en formato Atlas, que dieron como resultado la concepción de, no se dirá un nuevo marco metodológico, pero sí de matizaciones que permitieron la actualización y sistematización del utilizado hasta ahora y que es presentado a lo largo de este trabajo. El mismo está condicionado por las nuevas opciones existentes en el mundo actual: los medios técnicos modernos, el empleo adecuado del color impensable hace tan solo veinte años que facilita la legibilidad y diferenciación de tendencias, la inmediatez de resultados o la mayor calidad de los documentos.

No puede dejar de mencionarse que este desarrollo metodológico ha sido factible gracias a la posibilidad de trabajar en el marco de otros centros como el Laboratorio de Geografía Humana del IFRESI en Lille y especialmente el Departamento de Geografía de la Universidad Estatal de Pennsylvania donde se encuentran algunos de los investigadores en relación con la cartografía más reputados, lo que ha dado lugar a herramientas cartográficas como ColorBrewer.

En cualquier caso ningún trabajo doctoral está exento de probar sus propias teorías, de aplicarlas a un caso concreto que permita verificar la utilidad del marco metodológico presentado. Es por eso que se ha buscado un espacio de prueba que no podía ser otro que la totalidad del territorio español, lo que se justifica por la colaboración existente entre el grupo GEOT y el Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional perteneciente a la Subdirección General de Aplicaciones Geográficas del Instituto Geográfico Nacional que se centra en el proyecto conjunto de diseño y elaboración del tomo Demografía del Atlas Nacional de España y que facilita la disponibilidad de una información tanto espacial como temática que no habría sido posible encontrar de forma tan desagregada para otro área de estudio.

Así, la primera parte de este trabajo se dedica a ahondar en el proceso cartográfico. Cabe señalar la distinción clara en el mismo de dos partes metodológicamente distintas: el diseño cartográfico en el que se debe identificar el proyecto a realizar, reconocer y adaptar los componentes básicos de la cartografía, plantear sistemáticamente las diferentes trayectorias alternativas que ofrece la codificación cartográfica y seleccionar una de ellas. Tras ello comienza la fase de elaboración, en la que se entrelaza el contenido espacial con el temático a través de la implementación en los Sistemas de Información Geográfica de la opción

cartográfica previamente seleccionada, moldeándola para conseguir un documento final eficiente, riguroso y estético que constituya una herramienta útil para la interpretación de los fenómenos geodemográficos.

El hilo conductor del capítulo siguiente se realiza en base a las variables tradicionales de la Geografía de la Población respecto a las cuales se buscan las particularidades cartográficas en la que debe profundizarse para adaptar los contenidos clásicos a nuevas presentaciones en las que se pone en valor el empleo de la variable tamaño, la adecuación de la escala de trabajo, la utilización de series de mapas o su propia consideración diacrónica. Se identifican las variables geodemográficas cuya representación apoyaría una caracterización territorial al respecto y se detallan las trayectorias cartográficas consideradas óptimas para cada una teniendo en cuenta que pueden agruparse en composiciones más complejas que aporten mayor información por resultar complementarias.

Una vez realizada la propuesta de codificación cartográfica para cada variable se procede a validarla en relación con el territorio español desarrollando el proceso cartográfico íntegro.

Tradicionalmente la cartografía española ha resuelto el desafío de la representación territorial recurriendo a desagregaciones provinciales reveladoras de los trazos más gruesos de unas estructuras y tendencias demográficas que, aun habiendo sido válidas en determinados momentos, dejan escapar entre los dedos la significación diacrónica y diatópica de la mayoría de los fenómenos geodemográficos. Se ha recurrido también a representaciones coropléticas, más convenientes para los cartógrafos por su diseño y elaboración más sencilla, en las que la codificación temática tiende a realizarse de forma errada por la aplicación directa de las variables sobre el espacio y que, además, no permiten la incorporación efectiva de una segunda variable portadora de un mayor contenido explicativo.

Sin embargo en esta ocasión se tienen en cuenta los parámetros mencionados en el capítulo previo y se desarrolla la totalidad de la cartografía propuesta. Sobre ella se articulan los principales argumentos cartográficos utilizados: los empleos de los distintos tipos de implantación, los mapas ráster, las composiciones complejas, las series de mapas y la búsqueda de la representación analítica en clave cartográfica buscando sus luces y sombras y del uso que de los mismos se ha realizado. No es la finalidad de este discurso la reflexión acerca de la Geografía de la población española pero no puede dejarse de comentar lo que los mapas están diciendo, para corroborar la validez de los mismos.

De este modo el objetivo principal de esta tesis doctoral es buscar los sustentos teórico-prácticos que permitan a la Cartografía mostrar los procesos territoriales y demográficos actuales para que, caminando juntos, la Geografía pueda cumplir su vocación de poner al servicio de la sociedad mapas que allanen la toma de decisiones territoriales favoreciendo una ordenación del espacio más equilibrada precursora de una mayor calidad de vida de la población.

En otro orden de cosas debe tenerse en cuenta que una tesis doctoral nunca es una obra exclusivamente individual, aunque la responsabilidad de los errores se asume íntegramente. En este caso no habría sido posible llevarla a cabo sin el apoyo y colaboración del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza que durante los últimos cinco años se ha convertido en mi segunda casa, en él profesores y compañeros han constituido una ayuda de valor incalculable.

Debo también agradecer al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte la concesión de la beca de Formación de Profesorado Universitario que me ha permitido dedicar mi tiempo en exclusiva a las tareas investigadoras, así como al Departamento de Geografía de la Universidad Estatal de Pennsylvania por permitirme unirme a ellos durante un tiempo gracias a lo cual tuve la oportunidad de acceder y disfrutar del conocimiento almacenado en una de las mejores bibliotecas del mundo, mencionar especialmente a mi tutora, gracias a ella esta tesis es indudablemente mejor.

Recuerdo especial merece la gente del Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional, perteneciente a la Subdirección General de Aplicaciones Geográficas del Instituto Geográfico Nacional con la que hemos colaborado en los últimos cinco años sacando adelante lo que considero un trabajo excepcional. Deseo expresar mi gratitud por la acogida recibida durante mi estancia en el Área y por el clima de trabajo y apoyo que me permitió aprender valiosas lecciones.

Mi más hondo agradecimiento para mis directores, Dr. José Luis Calvo Palacios y Dr. Ángel Pueyo Campos, maestros y compañeros de viaje que me han llevado de la mano en mi formación académica enseñándome no solo a ser mejor geógrafa sino también mejor persona. Algún día espero poder devolverles el favor haciendo por otros tanto como ellos han hecho por mí.

Agradecer a mis compañeros, y afortunadamente amigos, su apoyo, paciencia y tiempo invertidos en mí sin los que el camino habría sido más largo y tedioso. Y como no, nombrar a mi familia, entre los que le incluyo a él, cuyo apoyo y ánimo constante me han sostenido durante todo este tiempo.



2

**MARCO METODOLÓGICO:
REVISIÓN Y
ACTUALIZACIÓN DE LOS
CONCEPTOS BÁSICOS EN EL
PROCESO DE DISEÑO Y
ELABORACIÓN DE
CARTOGRAFÍA TEMÁTICA**

2. MARCO METODOLÓGICO: REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS EN EL PROCESO DE DISEÑO Y ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Esta tesis doctoral arranca de una primera reflexión acerca del camino que debe seguirse para diseñar y elaborar correctamente un mapa, profundizando así en un proceso que constituye una parte significativa de los cimientos utilizados en la construcción de cualquier propuesta cartográfica.

La atención de este capítulo se centra en el examen del marco teórico en el que se encuadra este trabajo para posteriormente presentar de una forma más específica el proceso lógico de elaboración cartográfica. No se considera labor para esta tesis realizar una descripción exhaustiva de los conceptos y diversas teorías tal y como se describen en los manuales de cartografía (Bertin, 1983; Dent, 1999; Poidevin, 1999a; Zanin y Trémélo, 2002; Slocum *et al.*, 2005; Robinson *et al.*, 2006; Cauvin *et al.*, 2007a) pero si se pretende facilitar la comprensión del modo en el que han sido utilizados a través de una propuesta personal para el diseño y elaboración de cartografía.

Es importante matizar que esta secuencia está diseñada desde y para la Geografía entendiendo que las personas formadas al calor de la misma han adquirido un conocimiento sobre el territorio que les permite realizar por si mismos todo el proceso cartográfico completo. Esto es debido a que la formación del geógrafo le proporciona una sólida base conceptual en lo que se refiere a pensamiento y teorías geográficas, ordenación y planeamiento espacial y sectorial y métodos de trabajo y didáctica geográfica. Además se adquiere soltura en materias instrumentales como la cartografía, los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección que hacen posible la representación del espacio geográfico para su interpretación, gestión y conocimiento científico.

Teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, se puede fácilmente deducir que la persona licenciada en Geografía se encuentra en una posición privilegiada para enfrentarse a la tarea de diseñar y elaborar un mapa, debido a que conoce tanto la realidad a representar como la forma de representarla, es decir se le presupone un conocimiento profundo del motivo y variables a cartografiar, metodologías de estudio de los elementos y resultados. Debe matizarse que de estas afirmaciones no se deduce que otras profesiones no cuenten en el marco de su ámbito de acción con la elaboración de cartografía, ni que personas expertas en otras materias no sean capaces de realizar mapas de una altísima calidad; tan solo pone de manifiesto que el geógrafo puede enfocar el proyecto de forma holística, asumiendo que la concepción de la realidad es un todo distinto de la suma de las partes que lo componen. El geógrafo puede ser la persona en la que confluyan las dos grandes vertientes de la cartografía: la elaboración de la misma por una parte y su utilización.

2.1. LA CARTOGRAFÍA EN EL ENTORNO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La actualidad en el campo de la geografía está marcada por decisivos avances tecnológicos que se resumen en el desarrollo en las décadas pasadas de las Tecnologías de la

Información Geográfica (En adelante TIG) (Comas y Ruiz, 1993). Se reconocen principalmente bajo esta denominación una amplia serie de tecnologías para el manejo de la información geográfica. Algunas son antiguas como la Topografía, la Geodesia y la Cartografía, otras más recientes pero también clásicas como la Fotointerpretación y la Fotogrametría y por último las de aparición más reciente como el GPS, la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (Foresman, 1998; Bosque Sendra, 1999). Nunca como ahora, probablemente debido a la velocidad a la que todo sucede en una sociedad de la información en la que del uso de las TIG se ha generalizado de forma masiva, estas herramientas se han revelado como imprescindibles por su capacidad de almacenar, visualizar, analizar, gestionar, editar, combinar, integrar y presentar información espacial.

Uno de los ejemplos más evidentes de lo mencionado viene de la mano de la gestión de imágenes aéreas. En épocas pasadas los vuelos, que se componen de miles de imágenes, se positivaban en papel y se almacenaban en sobres numerados que ocupaban varias estanterías. Cada año en el que se realizaba un nuevo vuelo la cantidad de información, y por lo tanto de espacio necesario para su almacenamiento se veía duplicado, debido, entre otras cosas, a que la resolución es creciente y a que se tiende a incrementar el porcentaje de solape entre imágenes para conseguir una mejor calidad del producto final. El almacenamiento, gestión y tratamiento analógico de esas imágenes podía ser una ardua tarea pero las TIG han favorecido la existencia de sistemas gestores de imágenes que, una vez almacenados todos los vuelos aéreos de una zona en un bandas magnéticas que pueden alcanzar hasta 30 Terabytes, permiten el tratamiento y comparación de imágenes de manera que se reduce el espacio de almacenamiento y de trabajo con las fotografías a lo que ocupe un ordenador de sobremesa.

Del hecho de que los Sistemas de Información Geográfica (En adelante SIG) dispongan de un amplio abanico de herramientas que posibiliten toda la serie de funciones precitadas no se traduce en que el propio sistema sea capaz, ni mucho menos, de hacerlo con el criterio adecuado. Enfocando este asunto desde otro punto de vista se puede afirmar que al considerar los SIG como la principal virtud que tiene en estos momentos el ámbito de la cartografía se está cometiendo el craso error de dejar en un segundo plano al verdadero actor cartográfico que es el geógrafo o el experto, entendiendo como tal, la persona capaz de sintetizar la información geográfica a representar y de utilizar correctamente las herramientas de las que dispone.

De esta manera, la elevada eficacia de las TIG en ocasiones llega a eclipsar los otros soportes básicos del buen funcionamiento de las mismas: las bases de datos convenientemente estructuradas y la formación teórica y práctica del profesional, esta situación responde a los paradigmas tecnológicos del momento, que al estar en continua mutación conllevan un cambio en la calidad de la información, soporte, reproducción y análisis de resultados (Pueyo Campos, 1993).

En el caso de la cartografía temática debe además añadirse otra componente a la formación requerida como es la capacidad de realizar un tratamiento estético del producto final que apoye la codificación de la información para conseguir unos resultados finales adecuados (Denègre, 2005). En realidad la formación del profesional es lo que determina el éxito de la empresa puesto que este ha debido adquirir la capacidad suficiente para planificar, razonar y estructurar el proyecto, lo que debe hacerse incluso antes de encender siquiera el ordenador. Es obligado disponer de conocimientos acerca de la utilización adecuada de las herramientas que ofrecen las TIG en relación con los objetivos del proyecto en el que se trabaja. Los resultados finales serán directamente proporcionales a este aspecto, que delimitará el umbral máximo de calidad que es posible alcanzar.

Si bien es cierto que no puede omitirse la importancia del experto en lo que a elaboración de mapas se refiere; debe reconocerse sin reservas que las potencialidades aportadas a la cartografía desde el ámbito de las TIG son de una repercusión indiscutible. El elevado número de funciones, la inmediatez de resultados, la capacidad de análisis y la posibilidad de realizar una gestión eficiente entre otras, facilitan el oficio de geógrafo. Es vocación de esta tesis doctoral aunar las ventajas de las TIG con la claridad y la eficacia de transmisión que tienen cuerpos teóricos de diseño cartográfico como son la Semiología gráfica y otras aportaciones de las escuelas francesa y americana que todavía no han sido implementadas convenientemente en los SIG.

2.2. LOS PARADIGMAS EN CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

No se tratará de explicar la evolución de la cartografía temática a lo largo del tiempo pero si es conveniente señalar qué corrientes de trabajo, escuelas y paradigmas existen o influyen en la actualidad y en concreto en el desarrollo de este trabajo.

Puede decirse que la cartografía temática tiene su origen tácito en el libro escrito por **Jacques Bertin** en 1967 (Bertin, 1967): *Sémiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*, en el que se detalla como nunca hasta entonces toda una teoría que permite trabajar con el sistema gráfico aplicado a la información geográfica. Bertin no se limita a hablar de cómo hacer un mapa, describe lo que él denomina el Sistema de los Signos Gráficos sentando las bases de la concepción y diseño de la cartografía moderna. “Desde que apareció el libro se ha convertido en un clásico (...). Es sin duda el estudio más completo nunca hecho sobre el uso de los gráficos con propósitos analíticos y de presentación” señala Wainer en la edición americana (Bertin, 1983).

Conviene resaltar la afirmación de Bertin respecto a que *es necesario analizar la información que va a ser representada y los parámetros en base a los que hay que hacer ese análisis* pero la relevancia fundamental de su obra reside en la descripción de las propiedades y reglas del Sistema Gráfico en la que se nombran por primera vez los conceptos de implantación, nivel de organización, variables retinianas, reglas de construcción y de legibilidad... entre otros que han tenido una importancia mayúscula en el desarrollo de la

cartografía temática. Básicamente se definió el concepto de Semiología gráfica entendida como “*La ciencia general de signos aplicada a la cartografía para diseñar las reglas del buen uso de los símbolos y signos cartográficos de la leyenda. Es el lenguaje cartográfico que permite la utilización de signos gráficos en relación con la información que representa.*” (Zanin y Trémélo, 2002)

Se puede asumir que los escritos de Bertin se tradujeron en el comienzo de la escuela francesa que ha pervivido hasta la actualidad y que, si bien es cierto que ha actualizado algunos conceptos, sigue una línea continuista con las teorías bertinianas. Algunos autores como Brunet, Poidevin, Zanin, Trémélo, Denègre, Cauvin, Calvo Palacios, Pueyo Campos... son ejemplo de esta corriente.

No es hasta 1983 cuando la Semiología de Bertin es traducida al inglés por William J. Berg, apoyado por el propio Bertin. Este encargo es realizado por el *Bureau of Social Science Research, Inc.* de Estados Unidos, y se imprime en la editorial de una universidad estadounidense: *University of Wisconsin*. De hecho ya se traduce la segunda edición del libro que se había revisado en 1973. Hasta el principio de la década de los 80 había supuesto un gran reto publicar la traducción de un libro francés, no solo por el hecho de estar escrito en el Viejo Continente si no porque prácticamente la mitad de la obra está compuesta por gráficos; hecho que complicaba considerablemente el trabajo de imprenta, es más, el mismo Bertin agradece en el preámbulo la valentía de la Universidad de Wisconsin al asumir semejante reto.

Como se señalaba no es hasta principios de los 80 cuando aparece el libro en el ámbito anglosajón. Es considerado también como un manual básico desde el principio, pero comienza a ser revisado por autores americanos con bastante prontitud de forma que en la actualidad aunque pueden percibirse en los escritos americanos matices e incluso fundamentos basados en la *Semiología*, los propios autores han ido actualizando las teorías cartográficas hasta alejarse de la raíz original. Exponentes de autores pertenecientes a la escuela americana son Robinson, MacEachren, Slocum, Dent, Brewer...

El enfoque americano está más íntimamente ligado a las nuevas tecnologías, a diferencia de Bertin no definen un marco general que hile todo la teoría a explicar si no que sus manuales van describiendo de forma ordenada los diferentes aspectos que consideran relevantes a la hora de trabajar en cartografía temática.

Hay que tener en cuenta que para la escuela americana “*Si hay un paradigma dentro de la cartografía que ejerza de líder intelectual es la cartografía analítica*” (Slocum et al., 2005), el origen de esta idea se encuentra en el artículo de 1976 de Waldo Tobler “*Analytical Cartography*” (Tobler, 1976) y que Kimerling describe en 1989 como “*Los conceptos y métodos matemáticos que subyacen bajo la cartografía y su aplicación a la producción de mapas y a la solución de problemas geográficos*” (Kimerling, 1989). La cartografía analítica está íntimamente ligada al concepto de funcionalidad en el marco cartográfico, esto hace que

se desarrollen especialmente los aspectos ligados a las fases previas a la cartografía temática pero no por ello menos importantes para la misma como son los análisis exhaustivos de datos (tratamientos estadísticos complejos, la clasificación de la información, aplicación de técnicas multivariantes...) o la preparación de la base cartográfica ligada a los procesos de edición y adecuación a los problemas (Procesos de generalización, compilación...) Debe señalarse que dedican numerosos esfuerzos a la descripción de los elementos que facilitan un acabado final de calidad tales como el diseño de la maqueta final o la elección correcta de la tipografía.

El tratamiento de las variables visuales que Bertin entendía como uno de los ejes básicos del Sistema gráfico queda relegado a un aspecto secundario en la mayoría de los manuales. Excepción a esta regla es el tratamiento que se realiza del color que pasa a ser uno de los grandes centros de atención, ejemplo de lo cual son aplicaciones on-line de apoyo a la selección de gamas de color como ColorBrewer [www.colorbrewer.org]. Por otra parte se trabaja de manera más ligada a los denominados *Tipos de mapas* (Coropletas, símbolos proporcionales, densidad de puntos, isopletas) que no siempre es fácil enmarcarlos en el contexto de las variables visuales bertinianas pero que son la base de la implementación de cartografía temática en los Sistemas de Información Geográfica.

Bien es cierto que existen otras corrientes ligadas a otras nacionalidades y pensamientos se han expuesto las que ejercen una influencia más directa en el discurso de esta tesis doctoral.

Por otra parte no deben tenerse en cuenta solamente las escuelas existentes, si no, más bien, los paradigmas a las que estas se adhieren o sobre los que trabajan. Algunos autores (MacEachren, 1995), especialmente provenientes del ámbito anglosajón reconocen que la trayectoria de la cartografía temática ha estado marcada por una serie de paradigmas, que en cierta manera no son compatibles entre sí y que se han superpuesto en el tiempo pero raramente lo han hecho en el espacio.

Ya se ha mencionado que diversos autores de la escuela americana reconocen enmarcarse en el paradigma de la funcionalidad y de la cartografía analítica (Slocum *et al.*, 2005; Robinson *et al.*, 2006) que *trata de estudiar y analizar las características de la percepción tal y como esta se aplica a los mapas y por lo tanto decidir los aspectos relacionados con la simbolización y el diseño basándose en reglas objetivas* (MacEachren, 1995).

Un segundo paradigma, cuyo origen se remonta a la década de los 70, asimila la creación de cartografía temática con el proceso de comunicación definido en el marco de otros campos científicos, entendiendo la primera como una forma de comunicación gráfica. El primer autor que presenta un esquema relacionado con esta corriente en el marco de la cartografía fué Ch. Board en 1967 pero su generalización se debió a un cartógrafo checoslovaco, A. Koláčný, autor de "*Cartographic information: A fundamental concept and term in modern cartography*" (Koláčný, 1969) quien expuso ordenadamente el proceso de comunicación de

la información cartográfica y definió los componentes del mismo. Bajo esta tendencia la comunicación pasa a ser la función principal de la cartografía y el mapa es el medio a través del cual se produce. El ámbito de trabajo de la cartografía se extiende más allá del simple hecho de realizar cartografía, y traslada los conceptos básicos del proceso de comunicación a la cartografía: fuente, mensaje, receptor, código...

Este es el paradigma bajo el que se trabaja en la escuela francesa, sin embargo algunas voces, provenientes especialmente de la americana encuentran objeciones importantes su utilidad (MacEachren, 1995):

- Esta concepción omite muchos de los modos para los que los mapas son utilizados,
- Cualquier aproximación para estudiar y mejorar los mapas ignora las contribuciones importantes que el arte puede ofrecer a los procesos cartográficos y
- Esta perspectiva no acepta el concepto de mapa como una representación objetiva de la realidad y por lo tanto descarta la idea de investigación objetiva.

El discurso crítico de MacEachren sugiere que bajo esta perspectiva cada mapa comunica un único mensaje, lo cual no tiene que ser necesariamente correcto. Un documento cartográfico, dice este autor, puede tener una función pero no conlleva la emisión de un mensaje predeterminado.

Una segunda objeción es la convicción existente, en el marco de la teoría de la comunicación, de que es posible crear reglas para utilizar los símbolos que aseguren la respuesta deseada por parte del receptor.

Otro de los paradigmas, descrito por Howard hace más de dos décadas afirma que la función de la cartografía es crear resúmenes gráficos de la información espacial que sean fácilmente interpretables y su objetivo es producir mapas funcionales de la forma más consistente posible (Howard, 1980). Se trata de demostrar la importancia de entender la representación como el concepto general que vertebró la cartografía. El mapa se examina como un fenómeno de representación potencial del espacio con el objetivo de tomar decisiones, que se realiza partiendo desde una fuente de información. El énfasis recae sobre el concepto de representación y en las tres posibles perspectivas o niveles a los que pueden estudiarse los símbolos (*Vid. Figura 2-1*):

- Léxico, el que estudia todo lo referente al significado;
- Funcional, que se ocupa de las diferentes formas de representar la información
- Cognitivo, que se refiere a la aproximación realizada desde usuario, el individuo condicionado por factores culturales, psicológicos...

Este último paradigma expuesto no ha sido asumido por la comunidad cartográfica en el ámbito nacional y tampoco por la escuela francesa.

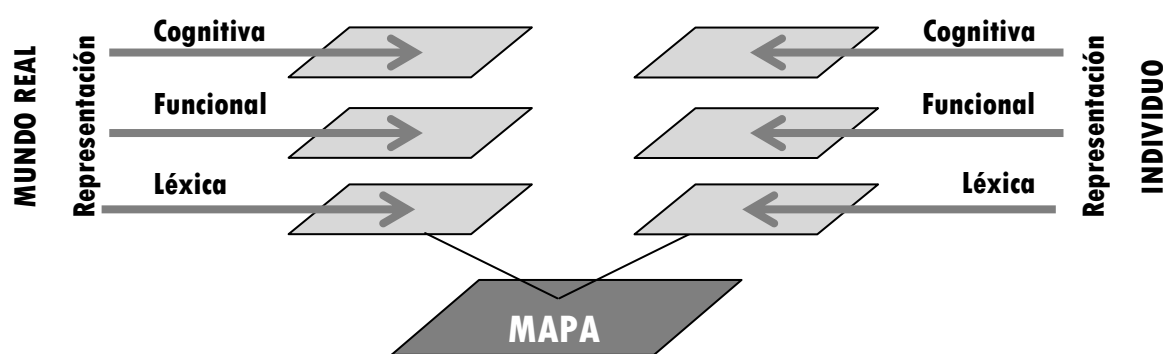


Figura 2-1: Los múltiples niveles de representación de un mapa. (Basado en MacEachren, 1995)

Tal y como se ha mencionado previamente, es fundamental remitir el trabajo que aquí se presenta a su marco conceptual, de tal forma se puede afirmar que la base del estudio se sitúa en la creencia de que el proceso de diseño, elaboración y lectura de cartografía es asimilable con el proceso de comunicación de la información, por lo que se dedica el apartado siguiente a su explicación detallada.

2.3. LA TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN COMO PARADIGMA EN CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

En las primeras etapas del desarrollo de la cartografía temática, una vez superada la fase histórica en la que el acento en cartografía se encontraba en los mapas de carácter topográfico o político, los esfuerzos se invertían en la creación de un cuerpo teórico que relatara los aspectos más relevantes de la creación y producción de trabajos cartográficos. Solo a partir de mediados de la década de los 60 se extiende el concepto de cartografía para abarcar el empleo de mapas integrando ambas vertientes, tal y como se puede observar en la definición adoptada por la Asociación Cartográfica Internacional (En adelante ICA) en 1966: *La cartografía comprende el conjunto de los estudios y operaciones científicas, artísticas y técnicas que intervienen a partir de los resultados de las observaciones directas o de la explotación de una documentación, en vistas a la elaboración y al establecimiento de mapas, planos y otras formas de expresión, así como de su utilización.*

De esta definición se concluye que, de hecho, la cartografía abarcaría desde la toma de medidas, levantamiento de terreno, integración de resultados provenientes de otros procesos de investigación, hasta su impresión, elaboración como imagen gráfica y empleo del documento.

Aún se avanza más y se trata de arrojar algo de luz a las conexiones existentes entre las dos esferas cartográficas asegurando que el concepto de información cartográfica conecta la producción de mapas con su utilización a través de un proceso complejo (Koláčný, 1969), cuyos fundamentos se encuentran en la Teoría de la Comunicación. Por ello, previo a la presentación del proceso de comunicación cartográfica, se exponen algunas pautas conceptuales de la teoría original sobre las que se sostiene el proceso de comunicación cartográfica.

2.3.1. Fundamentos básicos de la Teoría de la Comunicación:

La Teoría de la Comunicación, al igual que la de Sistemas o la Ley de la Gravedad, es uno de los ejemplos de cuerpos teóricos que se desarrollan en el marco de una ciencia en concreto pero luego son transferidos a otras áreas de conocimiento en las que también resultan de utilidad. La Teoría de la Comunicación se materializa fruto del interés por describir el proceso que nos permite transmitir información, emociones, necesidades... en definitiva mensajes entre diferentes personas.

Existen diversos autores que postulan sobre la Teoría de la comunicación pero ya en su *Retórica*, Aristóteles señalaba tres componentes: El orador, el discurso y el auditorio, es decir la persona que habla, lo que dice y la persona que escucha. La mayoría de los modelos de comunicación tienen en común al menos estos tres componentes.

Es curioso que una de las teorías más utilizadas, la desarrollada por el matemático Claude Shannon en 1947 que posteriormente Warren Weaver puso al alcance de todo el público (Shannon y Weaver, 1963), en origen hacía referencia a la comunicación electrónica pero resultó ser útil para explicar la humana. El modelo Shannon-Weaver es, ciertamente, compatible con el aristotélico ya que los componentes de la comunicación que reconocen son: Una fuente, un trasmisor, una señal, un receptor y un destino.

A lo largo del tiempo otros autores han desarrollado modelos que describen el proceso de comunicación (Fearing, 1953; Schramm, 1954; Westley y McLean, 1957) pero en esta tesis doctoral tan solo se profundiza en el presentado por Berlo (*Vid. Figura 2-2*) (Berlo, 1987) debido a que hace un esfuerzo por armonizar todas las teorías e investigaciones en una sola y resulta útil para explicar la comunicación en distintas situaciones, entre ellas la cartografía.

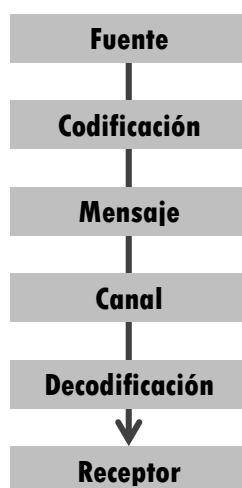


Figura 2-2: El proceso de comunicación. Basado en (Berlo, 1987).

Toda comunicación se emite desde una **fuentes o emisor**, es decir una persona o personas que tienen un objetivo y una razón para ponerse en contacto con otras. Una vez conocida la fuente, con sus ideas, necesidades, intenciones, información y propósito entra en acción el

mensaje a través del cual todos estos elementos se expresan. Debe de tenerse en cuenta que entre la fuente y el mensaje hay un tercer componente, el **codificador**, que es el encargado de tomar las ideas de la fuente y disponerlas mediante un código predeterminado para expresar el objetivo de la fuente en forma de mensaje. En la comunicación persona a persona la función de codificar es efectuada por medio de la capacidad motora de la fuente: mecanismos vocales (hablar), sistemas musculares de la mano (escribir, pintar)... pero no es tan sencillo aplicar estos conceptos a otros procesos de comunicación. En las situaciones de comunicación más complejas es posible que la fuente y el codificador sean elementos independientes. El cuarto elemento es el **canal**, el medio, el portador del mensaje. Al otro extremo del canal debe sucederse un proceso paralelo al de emitir-codificar, es necesario que alguien escuche, lea... en definitiva que reciba la información. La persona o personas situadas a este lado del canal se denominan **receptores**, estos recibirán la información codificada por lo que será necesario un proceso de **decodificación** para traducir e interpretar el mensaje, es decir un proceso que aplique inversamente las reglas de su código a un mensaje cifrado para obtener la forma primitiva de este. De igual forma que en la comunicación persona a persona los codificadores son los sistemas motores de la fuente, el decodificador es el conjunto de facultades sensoriales del receptor, es decir, los sentidos.

Un objetivo prioritario para el emisor es que la comunicación tenga una alta **fidelidad**, entendiendo como tal la comunicación eficaz, que logra el efecto deseado o esperado. Una codificación de alta fidelidad es aquella que expresa de forma perfecta el significado que quiere emitir la fuente, para que un decodificador de alta fidelidad sea capaz de interpretar el mensaje con una precisión absoluta.

Al analizar la comunicación conviene determinar qué factores aumentan o reducen la fidelidad del proceso en relación con los distintos componentes (*Vid. Figura 2-3*):

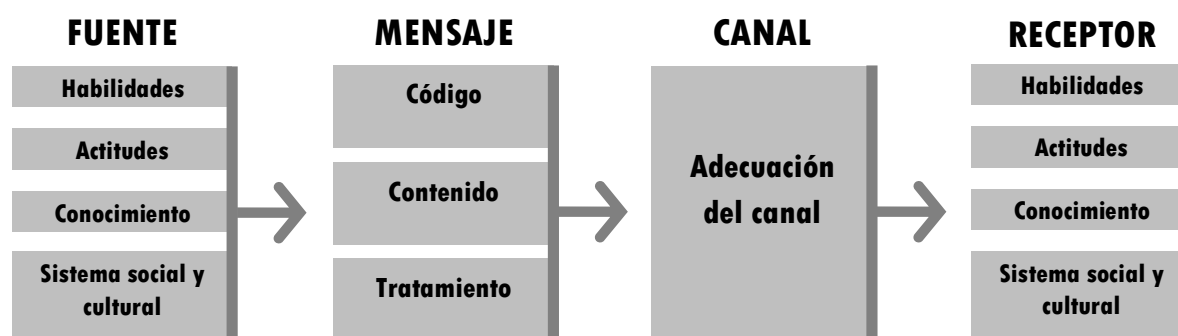


Figura 2-3: Factores que influyen en el proceso de comunicación. Basado en (Berlo, 1987).

Tal y como se muestra dichos factores están directamente vinculados a los elementos de la comunicación y entre ellos cabe destacar:

Fuente/Codificación y Decodificación/Receptor

- *Habilidades en la comunicación:* Si el proceso de comunicación considerado es el interpersonal se pueden reconocer cinco habilidades verbales, dos de las cuales son intrínsecamente codificadoras (*Hablar y escribir*), dos eminentemente decodificadoras (*Escuchar y leer*) a lo que se añade la capacidad de *pensar y reflexionar* importante en los dos procesos para conseguir una adecuada codificación y decodificación. Fuera del marco de la comunicación interpersonal se pueden reconocer otras habilidades como la pintura, el dibujo, la capacidad de tocar un instrumento... En cualquier caso una mayor destreza en estas habilidades supondrá una mayor fidelidad en la transmisión de la información.
- *Actitud:* Entendida como la disposición de ánimo manifestada de algún modo ya sea por el emisor o por el receptor. Puede ser favorable o desfavorable y estar referida al tema que se está tratando o hacia los distintos componentes del proceso.
- *Nivel de conocimiento:* Resulta obvio que el grado de conocimiento que posea la fuente con respecto al tema de que se trata afectará al mensaje. No es posible comunicar lo que no se sabe ni lo que no se entiende. Debe tenerse en cuenta que un conocimiento exhaustivo del tema por parte de la fuente puede desembocar en una comunicación con un elevado carácter técnico que invalide el posible entendimiento por parte de el receptor. De igual forma se revela como un hecho evidente que no solo es necesario saber acerca del tema a exponer si no también acerca de cómo hacerlo. Si el receptor no conoce el código, raramente podrá interpretar y transmitir el mensaje pero de igual forma si ignora todo lo que se refiere al contenido es probable que tampoco pueda entenderlo.
- *Factores socio-culturales:* Nada se escapa de la influencia de la sociedad en la que vivimos, por lo que esta afecta, filtra e incluso puede modificar el mensaje a través de la cultura, el idioma, los valores, las normas aprendidas... modificando así, la fidelidad de una transmisión que en teoría debería poderse realizar sin interferencias.

Mensaje

- *El código:* La Real Academia de la Lengua (En adelante RAE) define un código como un *conjunto de normas legales sistemáticas que regulan unitariamente una materia determinada*. Lo que básicamente se traduce en la afirmación de que todo aquello que posee un grupo de elementos y un conjunto de procedimientos para combinar esos elementos de una forma significativa es un código. Ejemplos de los mismos son los idiomas, la música, la pintura, el baile... Dentro de todo código pueden distinguirse los elementos (las palabras) de las estructuras (la sintaxis). La complejidad del código, la capacidad del mismo para expresar conceptos, la habilidad del emisor y del

receptor para utilizarlo... se revelarán como determinantes en el grado de fidelidad de una comunicación.

- *El contenido del mensaje*, la información a transmitir por la fuente para expresar su propósito.
- *Tratamiento del mensaje*: La fuente tiene la capacidad de hacer elecciones, puede elegir el código, la estructura, los elementos que utiliza, la información que transmite, el enfoque que le da, el grado de detalle que se utiliza... La toma de decisiones adecuada respecto a todos estos asuntos garantizará la fidelidad en la comunicación.

Canal:

El principal factor en relación con el canal que condiciona la efectividad de la comunicación es el **grado de adecuación** del mismo al proceso, es decir, que la fuente sea capaz de codificar un mensaje y enviarlo a través del canal más adecuado posible para que el receptor pueda recibirlo.

Hay un último factor a mencionar, que se considera importante puesto que condiciona de forma negativa la fidelidad del proceso de comunicación; es el **ruido** entendido como el conjunto de factores que distorsionan la calidad de una señal.

De hecho el ruido y la fidelidad son los dos lados de una misma moneda, la eliminación del ruido aumenta la fidelidad y viceversa.

2.3.2. Bases conceptuales de la Teoría de la Comunicación aplicada a Cartografía Temática

La Teoría de la Comunicación ha sido ampliamente aplicada al ámbito de la geografía debido a su capacidad de explicar el proceso de transmisión de la información geográfica de una forma sencilla e intuitiva. Como ya se ha mencionado algunos autores han sido especialmente significativos, entre ellos Koláčný, autor de *“Cartographic information: A fundamental concept and term in modern cartography”*, donde expone los conceptos básicos de su teoría (Koláčný, 1969). Parte de la asunción de que la cartografía tiene dos esferas de trabajo:

- (1) La elaboración y producción de cartografía
- (2) La utilización y empleo de los mapas.

Afirma que ambas tienen que ser investigadas y resueltas de forma conjunta para conseguir la eficacia máxima de un producto cartográfico para lo que propone integrarlos en un proceso coherente a través del cual se comunique la información cartográfica. Este concepto es el contenido intrínseco del mapa, su incluyendo su significado y su razón de ser, su finalidad. Koláčný denomina a este proceso **“la Comunicación de la Información Cartográfica”** (Vid. Figura 2-4) para el cual define las fases y elementos de las que está compuesto.

A la hora de afrontar la elaboración de un mapa es conveniente tener conciencia de la parte del proceso cartográfico en la que se está trabajando pero no siempre es necesario referirse al modelo presentado por Koláčný puesto que puede resultar excesivamente complejo para un trabajo práctico. Uno de los objetivos de esta tesis doctoral es proponer una secuencia de trabajo para la elaboración de cartografía (*Vid. Figura 2-5*), y es nuestra voluntad que esta secuencia se enmarque en la Teoría de la Comunicación debido a que la misma permite integrar de una forma lógica y consecuente las dos esferas de la cartografía: Elaboración y uso de los mapas. No es sencillo compaginar todos los elementos de los diversos cuerpos conceptuales pero es conveniente señalar en la forma en la que se engarzan todos los componentes (*Vid. Figura 2-5*).

Por **fuelle** se entiende la persona o grupo que desea transmitir una información cartográfica. En este caso es obviamente el geógrafo, con toda su formación específica y conocimiento del problema que trata de comunicar. No es esta fuente algo similar a una base de datos, o por lo menos no se concibe de esta forma, puesto que en su formación residen ya una estructura mental y síntesis de las posibles interrelaciones existentes entre los diferentes elementos, así como una ponderación previa.

En el proceso de **codificación** se toma la información obtenida por la fuente y se dispone mediante un código, según nuestra propia concepción y las limitaciones técnicas. Definido por la RAE la acción de codificar se refiere al proceso de *transformar mediante las reglas de un código la formulación de un mensaje*.

Sigue siendo el mismo geógrafo-fuente que conoce el problema a transmitir y lo somete a un proceso de simplificación buscando tanto la correlación entre las variables reales y las variables visuales como el mantenimiento de la estructura interna e interrelaciones del mensaje a transmitir después de que esta decodificación se produzca. La fuente y el codificador no tienen por qué ser la misma persona, puede ser otro profesional que actúe de bisagra traduciendo y codificando la información de la fuente, pero en este caso sería fundamental garantizar la perfecta comprensión para no desvirtuar el mensaje original.

- U_1 : La realidad (el universo visto por el cartógrafo)
- S_1 : El sujeto que cartografía la realidad (ej: el cartógrafo)
- L : El lenguaje cartográfico como sistema de simbologías y reglas del mapa para su uso
- M : El producto de la cartografía, el mapa
- S_2 : El sujeto que utiliza el mapa (ej: el usuario)
- U_2 : La realidad (el universo) vista por el usuario
- I_c : La información cartográfica

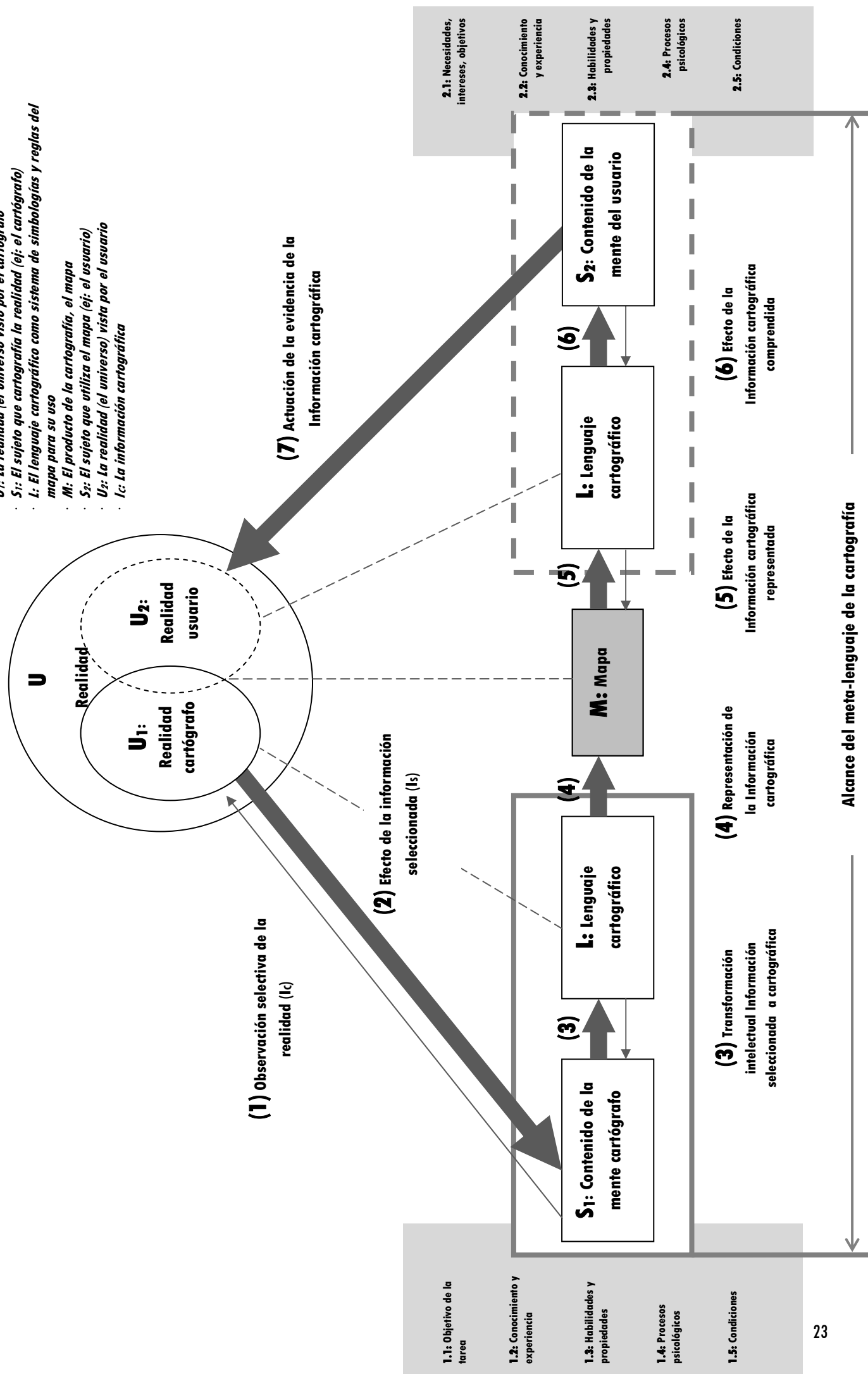


Figura 2-4: El proceso de comunicación, según Koláčny. Elaboración propia.

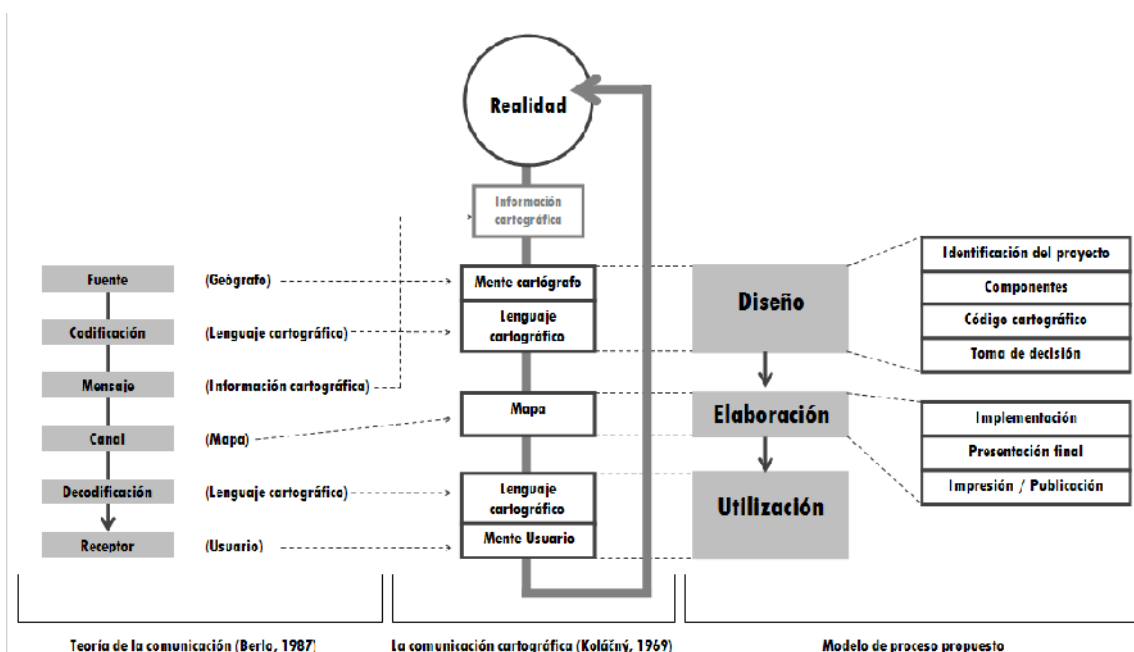


Figura 2-5: Correspondencia entre la Teoría de la Comunicación y el proceso cartográfico. Elaboración propia.

El **mensaje** es la información a difundir, las variables reales, los datos estadísticos, en definitiva lo que Koláčny da en denominar la *Información Cartográfica*. MacEachren asevera que solo un pequeño grupo de mapas son producidos para comunicar un mensaje concreto, alegando que estos tienen una función pero no expresan un único mensaje (MacEachren, 1995). Si bien se está de acuerdo con la afirmación de que un mapa no tiene como objetivo comunicar un solo mensaje se considera que el mapa no es un mensaje en sí, es el modo en la que la información cartográfica es codificada, una forma gráfica de representar una realidad para poderla transmitir de forma eficaz. Dicho de otro modo el mensaje corresponde con la Información cartográfica pero el mapa es en realidad un **canal** que permite transmitirla. En la actualidad debe tenerse en cuenta la multiplicidad de canales de transmisión; antaño se veían reducidos a formato analógico, pero hoy todo ha cambiado y un mismo mensaje puede fácilmente cambiar de canal.

Con todo conviene recordar su importancia en cuanto al contenido. Para McLuhan “*the médium is the message*” y como contestaba Goya a la condesa de Chinchón cuando ésta se quejaba de que no la estaba sacando muy parecida: “Señora, cuando pase el tiempo usted será esta” lo que nos hace pensar que el modo no puede desligarse del mensaje en cuanto tal.

El canal es el mapa, el soporte, pudiendo ser analógico o digital, siempre debe adaptarse a los requerimientos necesarios para que la comunicación alcance la máxima fidelidad posible. Ahora bien, aunque el mensaje pueda ser propagado, e incluso se haga por el canal adecuado y con una codificación correcta desde el punto de vista de la correspondencia entre las variables visuales y las reales, para que produzca sus efectos en el receptor hace falta que éste establezca previamente una **decodificación** de cada uno de los signos visuales mediante los que se han encriptado las variables reales con la finalidad de devolverles su significación original.

Finalmente, el **receptor** es la persona capaz de entender el mensaje para lo cual se le presupone cierta capacidad, tanto de conocimiento del problema planteado, como del sistema de signos que permitan la decodificación y reconstrucción del mensaje que el emisor trata de enviar.

Se ha señalado previamente que la fuente y el codificador pueden ser distintas personas, es cierto que también puede suceder del mismo modo en el proceso de decodificación: el copiloto que mirando el mapa le indica al conductor que desvíe tomar en la carretera, o incluso el político que es asesorado por un técnico capaz de interpretar un mapa temático de cara a la toma de decisiones. Sin embargo, es preferible que durante el proceso decodificador y receptor se concentren en un mismo agente puesto que la ausencia de pasos intermedios hará que la comunicación será más fiable, será más probable que se mantenga el mensaje original que quería transmitir la fuente y se producirá menos ruido.

La percepción global del mensaje se verá alterada por una multiplicidad de factores entre los cuales se encuentran la propia formación del usuario, su posicionamiento respecto al problema, e incluso determinadas características de tipo fisiológico como la capacidad de diferenciación en la percepción de colores, tramas, etc. Factores, todos ellos, que pueden provocar resultados diferentes a añadir a los inherentes a su capacidad de decodificar el sistema de signos propuestos por el emisor, y pueden estar relacionados con los distintos componentes del proceso.

En definitiva son estos los factores que condicionan la fidelidad de la comunicación, posibilitando una transmisión con un grado mayor de eficacia cuanto más afecten los factores favorables y viceversa.

De forma análoga a la presentación de los factores condicionantes de la fidelidad en la comunicación entre personas se pueden señalar los factores que hacen referencia a la comunicación de la información cartográfica en relación con los diferentes componentes:

Fuente/Codificación y Decodificación/Receptor

- *Habilidades en la comunicación:* La habilidad principal que se puede señalar es la capacidad de identificar las variables reales que se quieren transmitir y sobre todo de encontrar la mejor forma de representarlas a través del código cartográfico de cara a conseguir una fácil legibilidad, lo que se resume en tener un conocimiento significativo de la realidad a representar y del código cartográfico. Es importante que, en concreto el emisor, sepa correlacionar acertadamente las variables reales y las visuales, eligiendo las trayectorias cartográficas más adecuadas.
- *Actitud:* Ya se ha señalado que es la disposición de ánimo manifestada de algún modo ya sea por el emisor o por el receptor y que puede ser favorable o desfavorable (Berlo, 1987). En el ámbito de la cartografía se refiere a la disposición que tenga por una parte el geógrafo-codificador para realizar los procesos de retroalimentación

necesarios para conseguir la mejor representación posible, y por otra el usuario para dedicarle el tiempo y esfuerzo que requiere interpretar correctamente un mapa. El cansancio, la desgana, el desinterés, el aburrimiento, la indiferencia... son actitudes que inciden negativamente en la comunicación. Por otro lado dedicar un tiempo prudencial a examinar un mapa, buscar los aspectos que se desconocen, o simplemente tener interés favorecen la fidelidad del proceso.

- *Nivel de conocimiento:* Se considera de suma importancia que tanto la fuente/codificador como el decodificador/usuario tengan un conocimiento suficiente tanto del tema cartografiado como del código cartográfico, ya que si no el codificador tendrá que hacer un sobreesfuerzo para facilitar la lectura del mapa, simplificando al máximo los signos. La falta de un buen nivel de conocimiento de lo que se pretende comunicar por parte de la fuente plantea el problema de un buen conocimiento geográfico de los problemas. *No pueden dedicarse a la elaboración de cartografía quienes desconocen los fundamentos de lo que se pretende emitir aun si dominan las herramientas. Los resultados son cartografías formalmente impecables, pero carentes de utilidad práctica y de objetivos claros. Por lo tanto, deben quedar eliminados de esta labor los que, aun con un buen conocimiento de las herramientas de transferencia no sabrían interpretar los matices de lo comunicado* (Pueyo Campos, 1993).
- *Factores socio-culturales:* Múltiples factores relacionados con la sociedad condicionan la lectura de un mapa, quizá uno de los más evidentes es la utilización del color y el significado que se le da al mismo en el marco de diferentes culturas, ejemplo de esto es la tonalidad morada que en Occidente se suele asimilar con la religión, mientras que en países musulmanes el color que se asume para la misma es el verde. Es evidente que la influencia de la posición que ocupa el emisor o el receptor dentro de un determinado sistema socio-cultural, puede llevar a un incorrecto planteamiento y selección de objetivos en el análisis. En ocasiones una ausencia de conocimiento de la realidad invalida cualquier utilización de recursos técnicos.

Mensaje

- *El código:* El código a utilizar en la elaboración de un mapa temático es el lenguaje cartográfico dividido en la adecuación de los instrumentos de codificación y en la caracterización de la información, no se pretende incidir mucho más en este aspecto en este momento puesto que en apartados siguientes se profundiza en el estudio de sus conceptos y de su correcta utilización. En cualquier caso, uno de los errores que más comúnmente se pueden apreciar en mapas temáticos es la utilización incorrecta del código, por ejemplo representando variables absolutas sobre mapas coropléticos.
- *El contenido del mensaje,* es la información cartográfica a transmitir, las variables reales que se quieren representar. Resulta necesario determinar qué variables

estadísticas van a reflejarse, comprobar en que unidades están medidas, para que delimitaciones territoriales se dispone de información, que serie temporal de datos se puede encontrar... Otro factor que condiciona la fidelidad del mensaje relacionado con el contenido es la complejidad de la información a transmitir, cuantas variables serán representadas, la definición de las mismas, la formulación a través de la cual se obtienen, la facilidad de explicar su significado o de definirlas son aspectos que deberán tenerse muy en cuenta.

- *Tratamiento del mensaje:* El lenguaje cartográfico permite representar la realidad de una forma objetiva, utilizando los colores cálidos e intensos unidos a los mayores tamaños de figura para representar los valores más elevados de la variable real. Esto es lo que podría definirse como un tratamiento semiótico de la cartografía, aquel en la que las correspondencias percibidas entre las variables visuales y reales son directas. Por el contrario un tratamiento semiológico del código cartográfico enfatizaría aquellos aspectos que el emisor considerara más significativos. En este aspecto se trata con mayor profundidad en apartados siguientes.

Canal:

Ya se ha mencionado que el canal es en realidad el mapa en sí. Los factores relacionados dependen del formato final de la comunicación (analógico o digital) en caso de la primera de la calidad del papel, la imprenta... en caso del segundo la definición de las imágenes, la rapidez del sistema... Todo esto se desarrolla con detalle posteriormente.

2.4. EL PROCESO DE DISEÑO Y ELABORACIÓN CARTOGRÁFICA

Como ya se ha señalado, la definición de cartografía reconoce dos esferas de trabajo: la elaboración de mapas por una parte y el uso de los mismos por la otra. No obstante, como derivación de la propia Teoría de la Comunicación es conveniente señalar que hay un aspecto diferenciado de ambos que debe considerarse como un elemento independiente: El diseño de cartografía temática (Vid. Figura 2-5).

Esta tesis doctoral se centra en describir la fase de diseño y de elaboración de cartografía temática, adaptando las teorías clásicas a las potencialidades de las TIG, de cara a aplicarla a una serie de variables demográficas obteniendo una propuesta que pueda ser utilizada como herramienta fundamental en el análisis de dichas variables de cara a la toma de decisiones en materia de Ordenación y Gestión territorial.

Es nuestro objetivo desarrollar convenientemente el marco teórico del proceso a seguir para la consecución de dicha tarea, sin embargo podría preguntarse porque se considera que la Teoría de la Comunicación es el contexto conceptual en el que encajar este trabajo si no se tiene presente uno de los elementos que han sido definidos por dicha teoría como elementales: la utilización de los mapas. La respuesta es sencilla, no se pretende profundizar en este aspecto, que sin duda merece una tesis doctoral aparte, pero si tener en cuenta a la

hora de diseñar el mapa su usuario final en el momento de identificar el proyecto: quien va a ser, en qué momento va a leer el mapa, para que lo quiere, que formato necesita...

Tradicionalmente es el receptor el que ha tenido que adaptarse a los diseños y concepciones de los cartógrafos. Sin embargo en la actualidad, probablemente debido a la aceleración del proceso cartográfico propiciada por el avance de las herramientas informáticas actuales en general y de las TIG en concreto, el emisor tiene la posibilidad de considerar las necesidades del usuario final de la cartografía en la etapa de diseño.

Por otra parte es factible, una vez que se tienen los componentes básicos de la cartografía, readaptar el mapa tantas veces como sea necesario para que se ajuste a las demandas de los posibles usuarios y a diferentes soportes (canales), merced a las herramientas informáticas anteriormente enunciadas.

La secuencia de trabajo que se propone encaja en el esquema que presenta las correspondencias entre las distintas teorías (*Vid. Figura 2-5*). Una primera fase corresponde con el marco general de la **etapa de diseño**, es la fase en la que la fuente, es decir el geógrafo, selecciona la información geográfica que quiere transmitir, la interpreta de acuerdo con sus conocimientos y a los factores externos que lo rodean: el conocimiento previo que el geógrafo haya adquirido del territorio observado, su propia formación, la experiencia adquirida, la educación recibida, las corrientes de pensamiento y paradigmas reinantes en el periodo de tiempo en el que discurre la acción, etc.

Posteriormente prepara diversos bocetos, buscará las trayectorias cartográficas alternativas, de lo que será la codificación que considere más adecuada para comunicar. Obviamente esta codificación se realizará a través del lenguaje cartográfico buscando las correspondencias óptimas entre las variables reales y las todas las representaciones correctas posibles, teniendo siempre en cuenta las limitaciones técnicas que suponen la disponibilidad o no de ciertas herramientas de trabajo.

Ese es el boceto general de esta primera etapa de diseño, pero esta se encuentra dividida en otras cuatro sub-etapas:

- 1) **Identificación del proyecto:** En la que deben delimitarse los objetivos, considerar quien va a ser el usuario final (el receptor), en que soporte se va a realizar la comunicación (cuál es el canal de emisión) y que limitaciones y condicionantes técnicos tiene el trabajo.
- 2) **Componentes de la cartografía:** Esta segunda fase se centra en la búsqueda, análisis y tratamiento de los dos componentes básicos de cualquier mapa: la base espacial y la información temática. La base se refiere al soporte, normalmente digital, que figura la delimitación geográfica sobre la que se representa la información temática. El tratamiento de ambos aspectos puede de ser paralelo en el tiempo y deberá estar finalizado antes de pasar a la siguiente fase.

- 3) **La codificación cartográfica:** Esta sub-etapa es la que el geógrafo destina a buscar las distintas opciones de representación a través de las cuales puede expresarse una información temática concreta. Es necesario subdividir de nuevo la etapa en dos acciones consecutivas: la caracterización de la información y la definición de los instrumentos de codificación a utilizar.
- 4) **Toma de decisión:** Una vez diseñadas las diferentes propuestas posibles de codificación cartográfica es necesario seleccionar la que mejor se adapte a los requerimientos del proyecto.

La secuencia de trabajo propuesta continúa con la **etapa de elaboración** de la cartografía que se caracteriza por aplicar las decisiones tomadas en la etapa de diseño para llevar a cabo el proyecto real a través de las TIG. De igual forma que la etapa anterior se encuentra dividida en 3 sub-etapas:

- 1) **Implementación:** Es la sub-etapa en la que se utilizan las herramientas existentes para realizar la labor de codificación a través del lenguaje cartográfico. Como se verá más adelante en la actualidad los SIG no permiten una codificación perfecta de forma que deben buscarse soluciones alternativas para lograr resultados óptimos.
- 2) **Determinación del aspecto final:** La elaboración del aspecto final de la leyenda, la tipografía a utilizar, los mapas de referencia a incorporar, el diseño del norte... son elementos necesarios para interpretar un mapa que, normalmente, dependen del público al que va dirigida la cartografía y que no es necesario determinar desde el principio del proyecto, por lo que se dejan para las fases finales.
- 3) **Impresión y Publicación:** Dependiendo del formato, una vez acabado el mapa se procederá a su impresión si es analógico o a su publicación en internet o a través de otros sistemas si es una cartografía digital.

El esquema definitivo queda dividido en siete etapas. (Vid. Figura 2-6)

Existen algunos elementos que no se han considerado hasta ahora como es el hecho de que de forma paralela al diseño y ejecución de un mapa tienen lugar otros dos procesos de forma paralela: la proyección y la retroalimentación que enriquecen constantemente el proceso (Vid. Figura 2-7). La proyección, entendida como la acción de idear, trazar o proponer el plan y los medios para la ejecución del documento cartográfico, es un intento continuado de adelantarse al proceso y a los inconvenientes que de este se puedan ir derivando para tratar de solucionarlos antes de que surjan. *Ésta implica la capacidad de visualizar el producto acabado y en consecuencia apoyar la toma de decisiones, la habilidad de concebir la solución final antes de que el mapa este físicamente realizado reduce el número de elecciones erróneas en el diseño* (Dent, 1999).

Por otro lado se encuentra el proceso de retroalimentación *que debe de ser continuo durante el diseño ayudando al geógrafo a ser más eficiente* (Dent, 1999). El prefijo retro-significa *hacia atrás*, y en la Teoría General de Sistemas se aplica al hecho de que las salidas del sistema o la influencia de las salidas del sistema en el contexto, vuelven a ingresar al sistema como recursos o información. Aplicado al proceso cartográfico la retroalimentación permite el control del diseño tomando medidas de corrección en base a la información retroalimentada. Resulta relevante porque permite asumir que el diseño de cada mapa no tiene porqué ser exactamente igual ni llevarse a cabo a través de las mismas fases en el mismo orden, de forma que el proceso se convierta en flexible y se adapte a las necesidades y requerimientos de cada proyecto.

El desafío real en el diseño de cartografía consiste en asumir el reto de ir eligiendo correctamente en una secuencia de decisiones larga y ordenada en la que cada una condiciona la siguiente y es condicionada por la anterior.

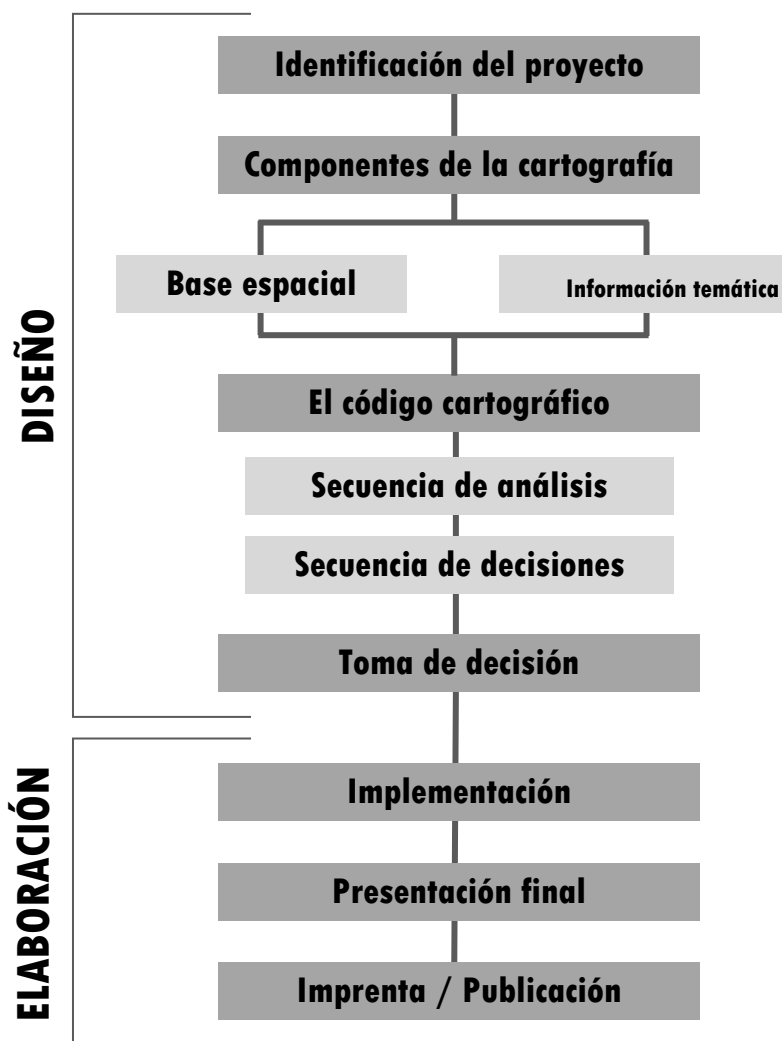


Figura 2-6: El proceso cartográfico. Elaboración propia.

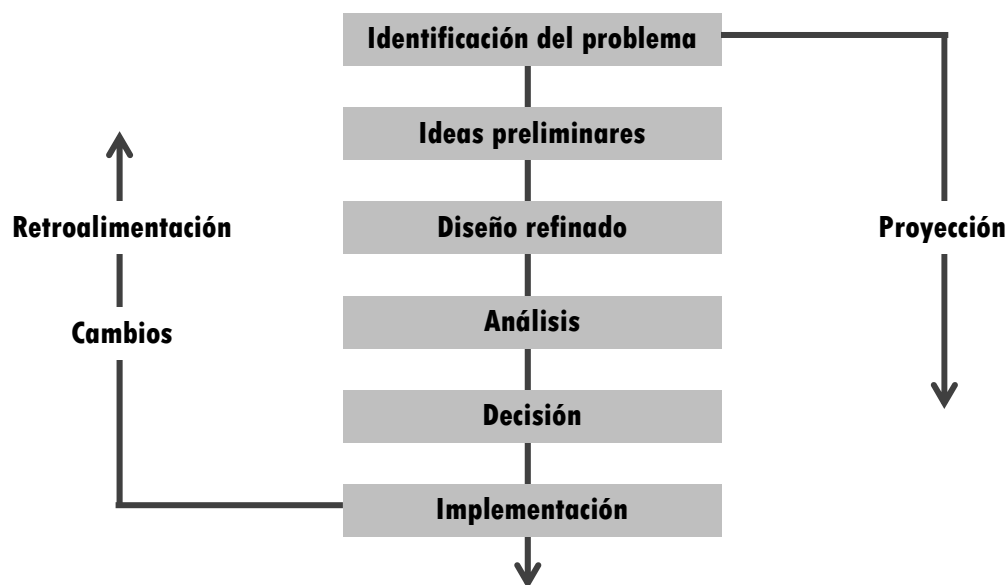


Figura 2-7: El proceso de diseño de cartografía, Basado en (Dent, 1999)

Lo que resta del capítulo se dedica a explicar en profundidad cada una de las etapas que conforman el proceso cartográfico, entendiendo el mismo como la base metodológica que se utiliza para el desarrollo de esta tesis doctoral.

2.4.1. Identificación del proyecto

El objetivo básico de esta primera fase consiste en **identificar el mensaje** que se quiere comunicar con la realización del mapa. En caso de que el emisor lo haya definido perfectamente será prácticamente imposible que codifique la información de forma adecuada y por lo tanto el mensaje que llegará al receptor puede resultar confuso.

Se debe reflexionar en profundidad acerca de las **variables reales (estadísticas o temáticas)** a representar y definir con precisión los **objetivos** que pretenden alcanzar. *Un mapa no puede ser simplemente una superposición de conceptos* (Zanin y Trémelo, 2002), sino que debe asemejarse a un conjunto integrado de ideas que hayan sido correctamente entrelazadas para lo cual habrá sido necesario priorizar unas sobre otras, distinguiendo las principales de las secundarias. Es por esto que la elección de la variable o variables que van a ser representadas no es una tarea fácil, no solo deben reflejar potencialmente el mensaje que se quiere transmitir si no que, en caso de ser más de una, deben ser complementarias para formar un todo completo.

Otro aspecto a tener en cuenta respecto a la selección de variables es que aquellas que pueden resultar más útiles de cara a la transmisividad no tienen por qué haber sido recogidas por las principales fuentes de información. Es habitual el trabajo con variables cuya recogida sea sencilla, o que esté ampliamente extendidas por formar parte de las recolecciones sistemáticas de información por parte de entidades gubernamentales. En caso de requerir variables de más compleja adquisición habrá que realizar una captura propia de datos o renunciar a ellas buscando opciones alternativas.

El resultado final será consecuencia de una combinación de factores entre los cuales la propia concepción del problema es tan sólo uno de ellos y se encuentra mediatizado por las prioridades sociales, políticas o técnicas asignadas a la presentación, el grado de percepción del problema por parte del geógrafo y por la subsiguiente carga visual con la que represente las variables (Pueyo Campos, 1993).

Es importante también valorar el **tiempo** y esfuerzo que puede suponer el proceso completo de realización de un mapa, aunque esta estimación sea siempre aproximada es fundamental saber el coste real que puede suponer esta tarea desde su comienzo con el diseño hasta tenerlo finalmente impreso o publicado. En determinados ámbitos puede parecer que la creación de un mapa es un proceso atemporal, entendiendo que a cada cartografía que se realiza se le puede dedicar todo el tiempo que esta requiera para alcanzar los objetivos propuestos. Esto, que bien puede ser cierto en determinados proyectos del ámbito académico, se perfila como una utopía manifiesta si hablamos de trabajos de cartografía en el entorno profesional donde la limitación de tiempo suele revelarse como uno de los principales condicionantes de trabajo.

Otro de los aspectos que deben matizarse en esta primera fase de identificación del proyecto es el **usuario final del mapa**, básicamente el receptor del mensaje. Hay que buscar la respuesta a la pregunta ¿A quién va dirigido el mapa? Y no solo eso, hay otras dos preguntas clave respecto a la audiencia:

- ¿Cuánto sabe el usuario sobre el tema representado?
- ¿Cuánto sabe el usuario acerca del código cartográfico?

Desde la geografía se ha venido repitiendo que su lenguaje propio es la representación cartográfica de las distribuciones espaciales, lo que implica que muchos de los usuarios de la cartografía preparada por geógrafos son sus propios compañeros ya que el mapa es un instrumento de análisis, una herramienta que apoya la investigación científica y la toma de decisiones. En estos casos la cartografía puede abarcar más variables reales y utilizar formas de codificación más complejas puesto que los receptores están habituados tanto al conocimiento transmitido como a la forma de transmitirlo.

Es evidente, sin embargo que los geógrafos no son los únicos que emplean el mapa como instrumento de comunicación. Su utilización por profesionales ajenos a la formación geográfica es amplia y por lo tanto el emisor debe tratar de descubrir las expectativas que los futuros usuarios tienen acerca del mapa.

En determinadas ocasiones la cartografía necesitará ser simplificada; como es el caso de usuarios que vayan a utilizar el mapa en momento de estrés (Vid. Figura 2-8) o que combinen su uso con otras actividades como conducir (Brewer, 2005). Más ejemplos relacionados con mapas simples son los destinados a la audiencia infantil para la que el mapa deberá ser atractivo, recurriendo normalmente a representaciones iconográficas, con un gran colorido y

no demasiados elementos que desvíen su atención (*Vid. Figura 2-9*). La capacidad de entender el espacio se va desarrollando durante la infancia de forma que en estadios tempranos el proceso de interpretar el mapa puede resultar una ardua tarea. Un tratamiento parecido puede aplicarse a mapas destinados a ser utilizados por personas mayores en los que seguramente la letra deberá ser especialmente grande y los colores saturados por los problemas de vista asociados a la edad. En todos estos casos el mensaje transmitido deberá de ser sencillo para focalizar sin problemas la atención del usuario.

La cartografía destinada a usuarios que conocen el tema a representar en profundidad tiene un grado de complejidad mayor. *Si son expertos en la temática es probable que esperen encontrarse con un mapa rico en detalles y con una gran carga de información. Cuanto mayor sea el tiempo que el usuario esté dispuesto a dedicar a la lectura del mapa más variables y complejidad de representación se podrá utilizar, cuanto más completos sean los mapas más motivarán a los lectores avanzados a destinar más tiempo a examinarlos de forma que la información adicional que se pueda incluir apoyará la lectura más que resultar una distracción como podría suponer en otros casos.* (Brewer, 2005)

Otro de las ocasiones en las que puede realizarse una cartografía de mayor complejidad es la cartografía destinada a usuarios familiarizados con el código cartográfico que tienen la capacidad de interpretar el mensaje con un esfuerzo inferior. En estos casos no será estrictamente necesario que el lector tenga un conocimiento profundo del tema representado, si no que podrá deducir lo suficiente con un vistazo a la leyenda.

Resulta obvio señalar que los mapas más complejos podrán ser aquellos que vayan destinados a usuarios que posean las dos características: un conocimiento exhaustivo de las variables reales representadas al mismo tiempo que de la utilización del código cartográfico. En algunos casos los profesionales deben de adaptarse a la lectura de leyendas especialmente complejas, como es el caso de las utilizadas en mapas geológicos (*Vid. Figura 2-10*), probablemente estas sean representaciones con demasiada información pero se adaptan a lo que la audiencia está espera que la cartografía aporte.

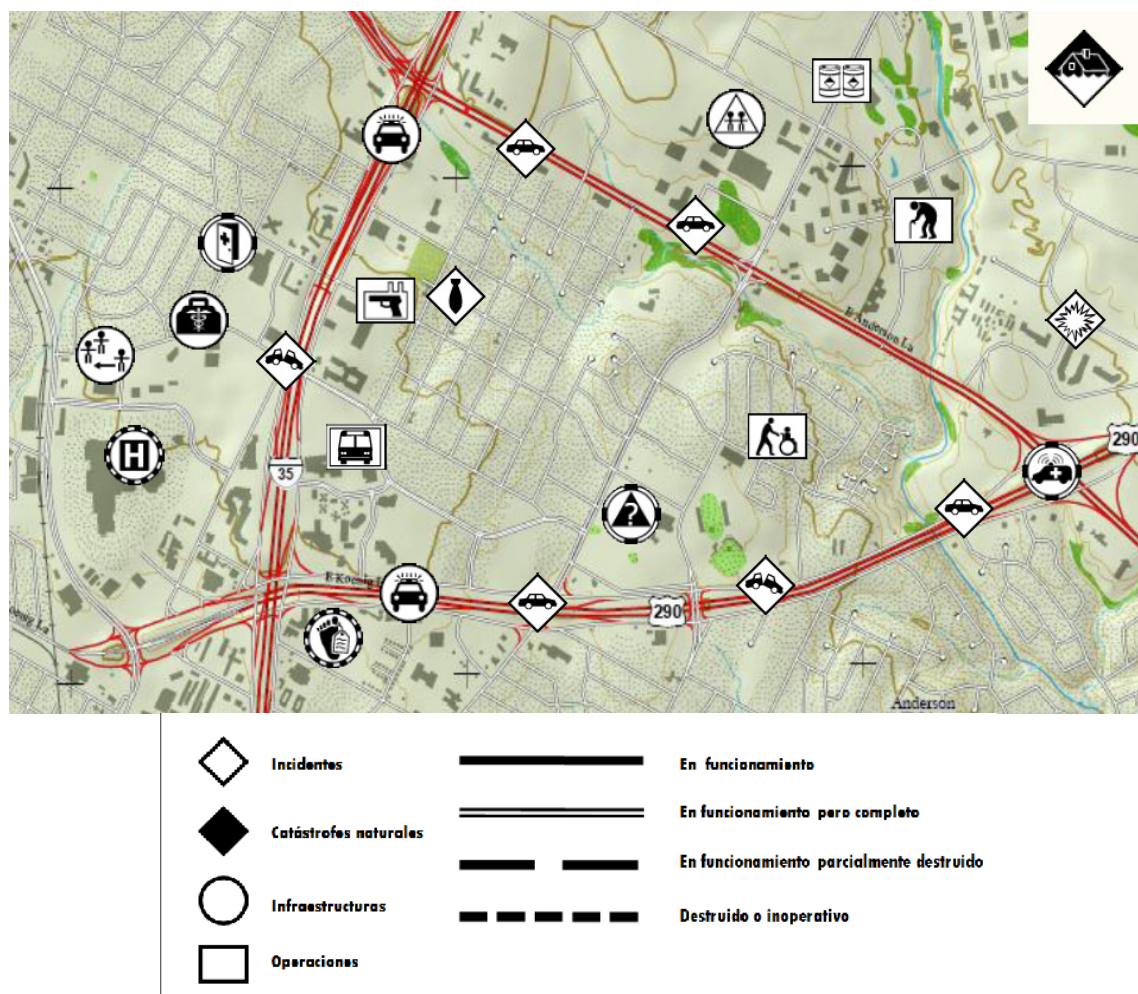
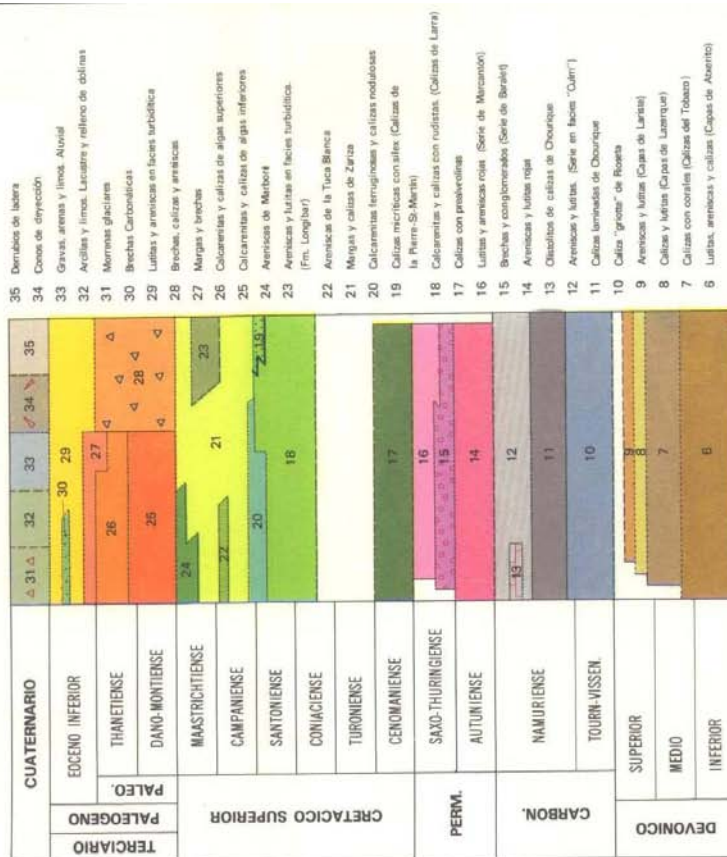


Figura 2-8: Propuesta de cartografía utilizada por los servicios bomberos y policía estadounidenses en situaciones de emergencia, (Akella, 2008)



Figura 2-9: Cartografía dirigida a público infantil, (Casajuana et al., 1997)

LEYENDA



MANTO DE LAKORA



ROCAS IGNEAS

1 Andesitas

SIGNOS CONVENCIONALES

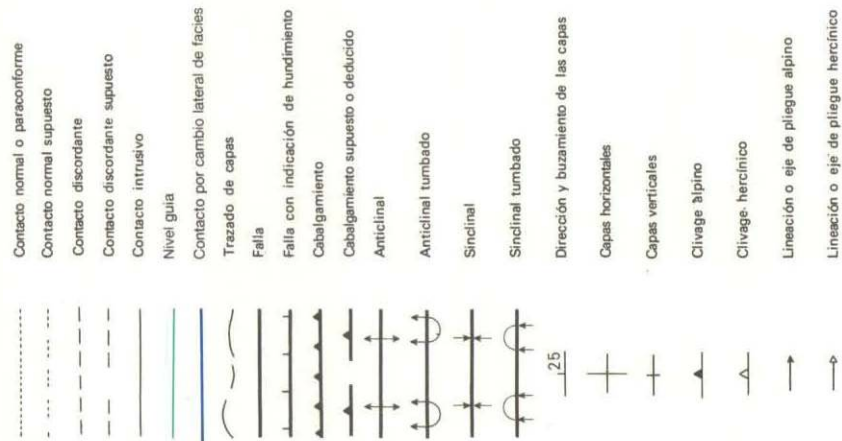


Figura 2-10: Leyenda de mapa geológico, Instituto Geológico y Minero de España.

En cualquier caso el número de valores de la variable a representar ligados al grado de desagregación y la escala final de representación son algunos de los constituyentes esenciales de la mayor o menor complejidad del mapa.

Ésta, tal y como se ha explicado previamente, depende en gran medida del usuario final. El receptor puede ser capaz de asimilar la información dependiendo de su **nivel de lectura** entendiendo el mismo como la capacidad de decodificar e interpretar la información cartográfica con mayor o menor profundidad (Denègre, 2005). Se reconocen tres niveles de lectura (Bertin, 1983):

- (1) Elemental, que permite al lector reconocer correspondencias simples;
- (2) Intermedio, que permite obtener conclusiones o
- (3) Global/total, es el nivel más avanzado y facilita la extracción de tendencias.

Existen otros casos especiales de usuarios que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un mapa, son aquellos lectores que tienen problemas físicos de visión como es el caso de personas que padecen daltonismo, escasa visión o incluso ceguera.

En la situación de tener que preparar cartografía destinada al uso de personas con cierto grado de ceguera la solución más factible es la de saturar los colores al máximo de forma que se puedan seguir percibiendo las diferencias entre ellos.

Caso distinto es el de las personas con problemas de daltonismo. Esta deficiencia visual, que impide diferenciar correctamente determinados colores, afecta a un ocho por ciento de los hombres y a menos de un uno por ciento de mujeres (Harrison y Fauci, 2009). Es evidente que no hay que adaptar todos los tipos de cartografía a los usuarios daltónicos, tan solo adaptar aquellos mapas en los que ellos sean el usuario final, puesto que de otro modo la variable visual color queda invalidada (*Vid. Figura 2-11*). En cualquier caso el resto de variables son percibidas sin problemas y pueden ser una alternativa válida que no complica la elección de colores.

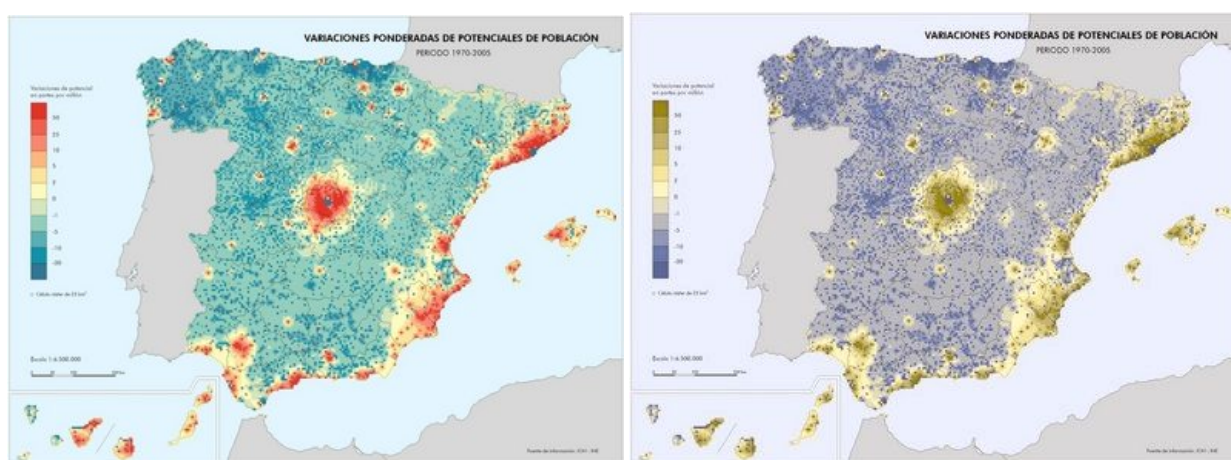


Figura 2-11: Simulación de la percepción daltónica empleando la herramienta on-line <http://www.vischeck.com/>

El daltonismo permite diferenciar los cambios de valor y un escaso rango de cambios de tono, siendo la problemática más común la relacionada con el rojo y el verde aunque no la única, también existe entre el magenta y el cyan (Legrand, 1968).

Hay determinadas parejas de colores que generan menos dificultad de percepción como rojo-azul, naranja-morado o amarillo-gris (Vid. Figura 2-12). Los colores con una saturación baja permiten una diferenciación menor por lo que hay que procurar que los colores presentados tengan una elevada saturación (Gardner, 2005).

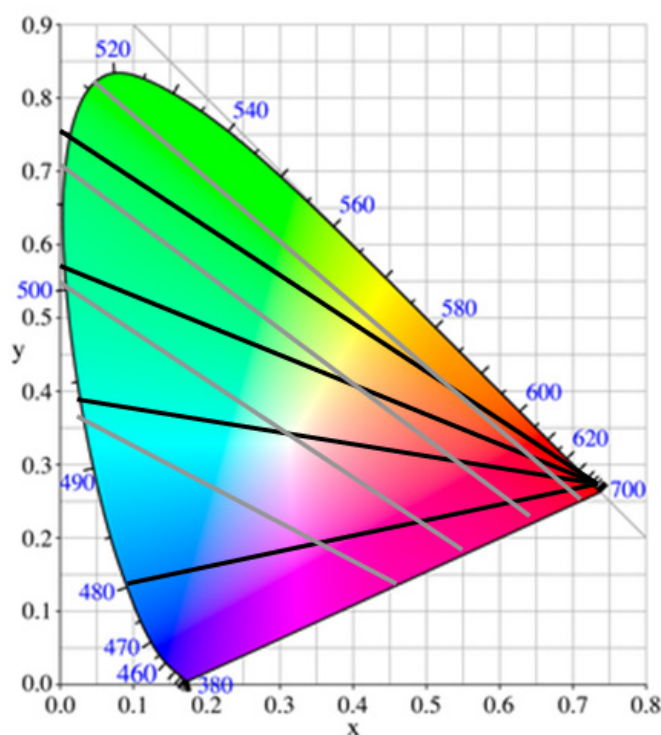


Figura 2-12: Líneas de confusión en la percepción del color asociadas al daltonismo (Legrand, 1968; Olson y Brewer, 1997).

Otro de los aspectos importantes a la hora de identificar el proyecto es determinar el **soporte** final, entendiendo como tal el medio, el material sobre el que se dispondrá la cartografía, en definitiva dicho en términos de la Teoría de la Comunicación, el canal. Debe comprenderse que no es lo mismo diseñar un mapa cuya salida final será en una hoja de papel tamaño DIN-A4, que un poster en cartulina de tamaño DIN-A0 o incluso que un mapa que será proyectado a través de un cañón de luz.

La clasificación más básica que se puede realizar distingue entre soportes analógicos y digitales. Esencialmente el soporte analógico se refiere a aquel en el que el mapa está impreso en un soporte físico ya sea papel, lámina de plástico... En este caso se deben de decidir una serie de aspectos como (Agudo, 2006):

(1) El *tipo de papel* o superficie sobre la que se va a imprimir. Las tipologías de papel que existen son muy diversas y los matices pueden resultar críticos para lograr un buen acabado. El papel puede ser mate, satinado, brillante...

(2) El *tamaño del papel*. Determinados aspectos relevantes en la fase de edición de la cartografía tales como el grado de generalización o el nivel de agregación dependen directamente del espacio del que se disponga, es decir, del tamaño del soporte. Éste puede seguir normas estandarizadas o estar determinado por factores como el tamaño máximo con el que una impresora, un plotter o una imprenta son capaces de trabajar, el tamaño que se considere aceptable para su manejo o el del libro en el que esté incluida la cartografía.

(3) El *color del papel*: El color habitual del papel es blanco, es más, es el color ideal para lograr que los colores luzcan de la forma más aproximada posible a lo que se diseña, no obstante el color del papel no siempre es de un blanco puro. La calidad del material determina la pureza del color así como el proceso de blanqueado, la celulosa con el que esté realizado o el hecho de que sea o no papel reciclado, que tiende a ser más amarronado. Debe tenerse en cuenta también que el paso del tiempo genera un envejecimiento del soporte así como una degradación de las tintas de color, que pueden generar ruido en la lectura del mapa.

(4) El *grosor o gramaje del papel*: En general un mayor gramaje supone una calidad superior. El estándar normal es un papel de 80 gr/m² pero existen en el mercado impresoras que pueden soportar hasta 256 gr/m².

(5) *Resolución de la impresión*. Normalmente medida en puntos por pulgada (en adelante ppp) es una unidad de medida para resoluciones de impresión, en concreto, el número de puntos individuales de tinta que una impresora o toner puede producir en un espacio lineal de una pulgada.

Generalmente, las impresoras de mayor definición producen impresiones más nítidas y detalladas. El valor de los ppp de una impresora depende de diversos factores, incluidos el método con el que se aplica la tinta, la calidad de los componentes del dispositivo, de la tinta y del papel usado.

Si en vez de hablar de formato papel se hace referencia a un documento que va a ser **digital** y que tiene el objetivo de proyectarlo o de verlo en una pantalla de ordenador o televisión las características básicas que deben de tenerse en cuenta son las siguientes:

(1) *Formato digital* que se va a utilizar: Existen multitud de formatos en los que se puede trabajar, dependen del programa con el que se ha realizado la cartografía pero normalmente son modificados en el momento de introducir la versión final del mapa en otros programas. Este es un proceso habitual a la hora de trabajar en el entorno SIG debido a que no todas las aplicaciones facilitan un acabado de calidad. Este tipo de documentos pueden realizarse desde otros programas más relacionados con la maquetación o con la infografía como son QuarkXPress®, Adobe Illustrator®, Adobe Photoshop®, Macromedia Freehand® ...

Existen formatos que permiten el trabajo desde la mayoría de programas que manejan imágenes como son: Enhanced Metafile (.emf), Encapsulated Post-Script (.eps), Portable Document Format (.pdf), Windows bitmap (.bmp), Joint Photographic Experts Group (.jpeg), Portable Network Graphic (.png), Tagged Image File Format (.tiff), Graphics Interchange Format (.gif)... otros formatos que son propios de determinados software propietario como Adobe Illustrator® (.ai), Adobe Photoshop® (.psd), Macromedia Freehand® (.fhx) y por supuesto aquellos que trabajan en con información geográfica: Shapefile (.shp), intercambio de ArcInfo (.e00), MapInfo (.tab) etc.

(2) *Resolución del archivo*: Dependiendo de los objetivos planteados para el proyecto y del medio de reproducción final (proyector, pantalla de ordenador, televisión...) la resolución es distinta. Esta se refiere a la medida del objeto más pequeño que se puede crear para una exposición.

(3) *Medio de proyección*: Otro de los aspectos que identifican el proyecto en el caso de la cartografía digital es el medio a través del cual se va a proyectar el mapa. Pueden ser diversos pero los más comunes son la propia pantalla de un ordenador o un cañón de luz. La potencia y calidad de reproducción de este proyector, la distancia desde la cual se va a emitir, las características de material y tamaño de la pantalla y la luz ambiental pueden también condicionar el proceso de diseño de la cartografía. Igualmente importante es el contraste que permita el medio de proyección que va a permitir una mejor diferenciación de los colores y por tanto una mejor visualización.

No se pueden considerar estrictamente como un terceros tipos de cartografía, entendiendo como los dos primeros la analógica y la digital, sin embargo hay otros subtipos de ésta última que conviene mencionar: son la **cartografía animada y la interactiva** también denominada geovisualización (Campbell y Egbert, 1990; MacEachren y Kraak, 2001). Corresponden con cartografías digitales que se incorporan en un programa informático permitiendo al usuario ya sea ver una secuencia animada de una serie de mapas o interactuar con la cartografía a través de determinadas funciones como modificar parámetros del mapa, avanzar/retroceder en una serie cartográfica, cambiar la variable representada, ampliar/reducir el área visualizada, realizar desplazamientos por el mapa... (Karl, 1992; MacEachren, 1995; MacEachren y Kraak, 2001; Slocum *et al.*, 2005)

Las nuevas tendencias en cartografía se enfrentan al complejo proceso de la organización de la información espacial, acceso, visualización y uso de los mapas, que ya no se conciben como una simple representación gráfica del espacio geográfico si no como portales que interconectan y distribuyen recursos espaciales. La cartografía digital está caracterizada por dos elementos: La interacción y el dinamismo. Uno de los problemas añadidos al diseño de la cartografía y a su investigación es como abordar la interacción ser humano-ordenador permitiendo los mapas dinámicos y las herramientas interactivas que faciliten la acción recíproca (MacEachren y Kraak, 2001). Algunas opciones ligadas a este subtipo de cartografía enlazan directamente con herramientas on-line en Internet como es el caso de

GEOCLIP, de desarrollo francés, pero también han llegado al gran público con aplicaciones ligadas al buscador Google. Los condicionantes para la cartografía interactiva son los mismos que para la cartografía digital pero a estos debe añadirse el diseño de la interfaz gráfica que permitirá realizar todas las funciones descritas. Es evidente que el estilo que se ha utilizado para la cartografía en sus elementos de diseño como tipografía, gama de colores... puede extenderse al interfaz para lograr sensación de unidad.

Tal y como se ha precisado, determinadas líneas de investigación en la cartografía moderna abogan por una futura supremacía de la cartografía digital y dedican sus esfuerzos a analizar los nuevos componentes que implica y las ventajas que sugiere en relación a los mapas analógicos (Slocum *et al.*, 2005). Resulta obvio que estas nuevas líneas de trabajo son necesarias y acordes con los progresos tecnológicos de la sociedad sin embargo no se puede caer en el error de pensar que todo se sabe ya acerca de la cartografía convencional y que no debe seguirse investigando en ese campo.

Se extiende cada vez más la asunción de que el geógrafo debería ser un experto también en las tareas informáticas vinculadas a la cartografía digital y especialmente a la interactiva o animada como son las relacionadas con la programación. Es cierto que es conveniente que en los equipos de investigación interdisciplinares se cuente con la presencia de profesionales en estos asuntos pero no se puede hipotecar la formación de los geógrafos especializándolos en tareas ajenas a la esencia de esta ciencia. De igual modo, no por conocer y haber programado las herramientas necesarias para hacer cartografía digital se está capacitado para hacer mapas, hecho que sucede y da lugar a cartografía rápida, sin fundamento, alejada de la realidad territorial que representa pero formalmente correcta y válida para aquellos que no estén familiarizados con la geografía.

La concepción de los SIG como herramientas al servicio de la cartografía sigue siendo un reto a superar, es necesario adaptar la interfaz de estos programas al *savoir faire* acumulado durante décadas en los cuerpos teóricos cartográficos. Como propio se asume ese desafío, que se materializará de forma doble: por un lado en una propuesta conceptual de implementación de las teorías bertinianas en el interfaz de un SIG ficticio y por otro en una propuesta cartográfica de representación de variables demográficas realizada al calor de los conceptos clásicos de la Semiología Gráfica combinados con las tecnologías más punteras en cartografía y SIG.

Por otra parte, tanto en el caso de que el formato sea analógico como digital debe determinarse el sistema de color que va a utilizarse, las impresoras y las pantallas permiten reproducir cientos de colores pero no siempre se puede disponer de formatos finales que permitan la representación en color. La selección del color debe variar en función de las características finales del proyecto, incluso es posible que el diseño deba adaptarse para ser visualizado en diferentes contextos: impreso en papel de baja calidad, impreso en formato libro, fotocopiado, proyectado...

Debe dedicarse tiempo a comprobar si la selección de color funciona en los distintos formatos, realizando un proceso de retroalimentación y calibrado que cambie o mate los colores o tonos de gris en caso de ser necesario. *Este proceso es especialmente necesario en proyectos con un alto presupuesto* (Brewer, 2005). Este puede ser el ejemplo de un atlas que va a imprimirse en una imprenta de alta calidad, ya que el coste de impresión final será elevado las pruebas finales deberán de hacerse con la misma calidad de papel y de tintas que tendrá el formato definitivo.

Por último hay que tener en cuenta una serie de **limitaciones y condicionantes técnicos** a la hora de identificar el proyecto. Estos limitantes pueden venir de la mano del equipo informático utilizado¹ ya sea por la potencia, memoria del ordenador o por las características de reproducción de la imagen que tenga la pantalla pero también pueden estar referidas al tipo de programa que se está utilizando para cartografiar: ya sea un programa de cartografía automática, un SIG o un programa de infografía:

Un **Sistema de Cartografía Automática** es aquel que trabaja con un conjunto de capas en formato digital que representan información sobre la misma porción del territorio teniendo un sistema de referencia común. Los Sistemas de Cartografía Automática presentan grandes ventajas puesto que su interés se centra en generar cartografía de alta calidad (Bracken y Webster, 1992). Su objetivo es posibilitar la mejor visualización de la información geográfica.

Los **Sistemas de Información Geográfica** se definen como *sistemas de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión* (Rhind, 1989). La mayoría de SIG ofrecen módulos de simbología que permiten, con mayor o menor fortuna, la preparación de la información espacial en forma de mapa acabado.

Resulta obvio que existen diferencias entre ambos sistemas informáticos, entre ellas cabe destacar que los primeros no generan topología, lo que limita de forma importante las posibilidades de análisis espacial. La geometría existe en el marco de los Sistemas de Cartografía Automática, pero las reglas topológicas y de conectividad no son recogidas tácitamente por el sistema (Simcowitz, 1989). Por otra parte, aunque puedan conectarse a las bases de datos, éstas no son una parte esencial lo que probablemente constituye la diferencia principal entre un SIG y un sistema informatizado de confección de mapas (Gutierrez Puebla y Gould, 2000).

¹Debido a que se está describiendo el proceso de diseño y realización de cartografía en entorno SIG, cartografía automática o infografía al hablar del equipo utilizado por defecto nos estamos refiriendo a equipo informático. Fuera de este entorno, el equipo puede ser de otro tipo.

Sin duda ninguna los SIG se configuran como los sistemas óptimos para el tratamiento de la información espacial, sin embargo aun carecen de los módulos de cartografía temática que les permitan aprovechar todas las opciones que el código cartográfico ofrece.

Hay un tercer grupo de programas con los que se puede trabajar para la realización de cartografía: el software propio de la **infografía** que es definida por la Real Academia de la Lengua como la *técnica de elaboración de imágenes mediante ordenador*. Este tipo de programas presentan una serie de ventajas y desventajas (Vid. Tabla 2-1) a tener en cuenta a la hora de definir el proyecto, pero sobre todo debe considerarse que no trabaja con información georreferenciada.

En relación a los objetivos del proyecto debe seleccionarse uno de los tipos de sistemas de trabajo.

Tabla 2-1: Ventajas e inconvenientes del uso de sistemas infográficos aplicados a la elaboración de cartografía.
Elaboración propia.

| VENTAJAS | INCONVENIENTES |
|--|--|
| Garantiza una mayor calidad del acabado final | No presenta información georreferenciada |
| Ofrece más posibilidades de representación de las variables visuales | No tiene información temática asociada |
| | Requiere la repetición del proceso si hay que modificar algún elemento |

Un último aspecto que debe tenerse en cuenta respecto a los programas que se van a utilizar de cara a la creación de la cartografía es si se va a trabajar con software libre o propietario.

El **software libre** es la denominación del software que brinda libertad a los usuarios sobre un producto adquirido y por tanto, una vez obtenido, puede ser usado, copiado, estudiado, modificado y redistribuido libremente (Stallman, 2002; Söderberg, 2008). De modo más preciso, se refiere a cuatro libertades (Roca, 2007):

- Libertad 0: libertad para utilizar un programa, sea cual sea el propósito.
- Libertad 1: libertad para estudiar cómo funciona un programa y capacidad para adaptarlo a las propias necesidades. El acceso al código fuente es una condición *sine qua non*.
- Libertad 2: libertad para redistribuir copias.
- Libertad 3: libertad para mejorar un programa y presentar dichas mejoras a la comunidad para que pueda beneficiarse. Aquí el acceso al código fuente también es una condición *sine qua non*.

Por otro lado el **software propietario** se refiere a cualquier programa informático en el que los usuarios tienen limitadas las posibilidades de usarlo, modificarlo o redistribuirlo, que su código fuente no está disponible o el acceso a éste se encuentra restringido; además una entidad física o jurídica posee los derechos de autor sobre el mismo (Roca, 2007).

Dependiendo del manejo que se tenga de cada programa, los formatos de trabajo en el que esté la documentación original, el formato que se requiera para el producto acabado... un tipo u otro puede ser más adecuado. En general los software propietario son más potentes y tienen una mayor capacidad de análisis pero cada vez más el software libre está siendo desarrollado para alcanzar funciones parejas.

2.4.2. Componentes de la cartografía temática

La segunda etapa del proceso de cartográfico corresponde con la elección y tratamiento de los componentes básicos de la cartografía. El concepto **componente** se refiere *a las partes de que consta un todo, respecto del mismo* (RAE) y aplicado a cartografía se materializa en dos partes básicas: la base espacial y la información temática.

2.4.2.1. La base espacial

La *base espacial* es el resultado del proceso de modelización gráfica del territorio, es el lienzo sin pintar, el mapa en blanco que asume la misma función que aquellos mapas políticos sin nomenclatura que nuestros maestros nos mandaban completar con nombres de países y capitales cuando éramos niños. Esta función consistía en ofrecer un soporte que simule la realidad y que pueda ser dotado de contenido temático adicional.

Aplicado a la cartografía temática, *la base es la representación de la realidad sobre la que se visualizará la información codificada gracias al sistema gráfico* (Dent, 1999). La base cartográfica puede asimilarse con el continente que será dotado de contenido a través del lenguaje cartográfico. Sin embargo, no conviene olvidar que ya de por sí la base espacial contiene información valiosa como es la localización de los elementos geográficos y su distribución en el territorio.

En la actualidad no es común el trabajo directo en formato analógico, el proceso ha sido informatizado de manera que la base cartográfica deriva en la mayoría de los casos de un proceso de digitalización de los límites y objetos a través de los cuales se representa la realidad territorial en formato digital.

2.4.2.1.1. Tipologías de bases espaciales

Hablando en términos SIG, la base espacial corresponde con la capa vacía de contenido temático que representa los límites de las regiones o fenómenos geográficos, tales como red hidrográfica, carreteras, accidentes geográficos, infraestructuras etc., sobre las que se va a realizar la cartografía temática. En general un proyecto puede disponer de la base cartográfica mediante dos vías:

- 1) Reservando recursos de tiempo y esfuerzo para digitalizar, ya sea de forma manual o automatizada, los contornos de **una base cartográfica creada ex novo** para el proyecto concreto en el que se está trabajando. Las ventajas de estas bases son inmensas pues entre ellas cabe destacar su adecuación absoluta con los objetivos, propósitos y escala del proyecto cartográfico. Por otro lado tan solo se puede mencionar un inconveniente real ya mencionado: el alto coste de crear esta base, tanto en tiempo, como en esfuerzo.
- 2) En ocasiones la posibilidad de dedicar a otras tareas el coste de oportunidad de los recursos invertidos en la creación de una base nueva es más beneficioso para el proyecto, de forma que se opta por la **utilización de bases ya existentes**. Estas pueden provenir de muy diversas fuentes, hecho que se configura como su principal inconveniente: lo probable es que la base se haya realizado pensando en objetivos y propósitos que difieren de los definidos para el proyecto actual, de forma que la escala, grado de detalle, elementos digitalizados... no tienen por qué ser los adecuados.

Esta inadecuación de las bases no implica que su utilización quede invalidada, tan solo que se revelará como imprescindible un proceso intermedio de análisis y edición, en definitiva de adecuación, lo que puede conllevar incluso su generalización o mejora en los niveles de detalle. A la hora de seleccionar una base cartográfica externa al proyecto conviene comprobar en los metadatos toda la información que se dispone acerca de ella: fecha de creación, autor o autores, sistema de coordenadas, resolución, escala... entre otros muchos para evitar una disociación entre la información temática disponible y el momento temporal que refleja la base.

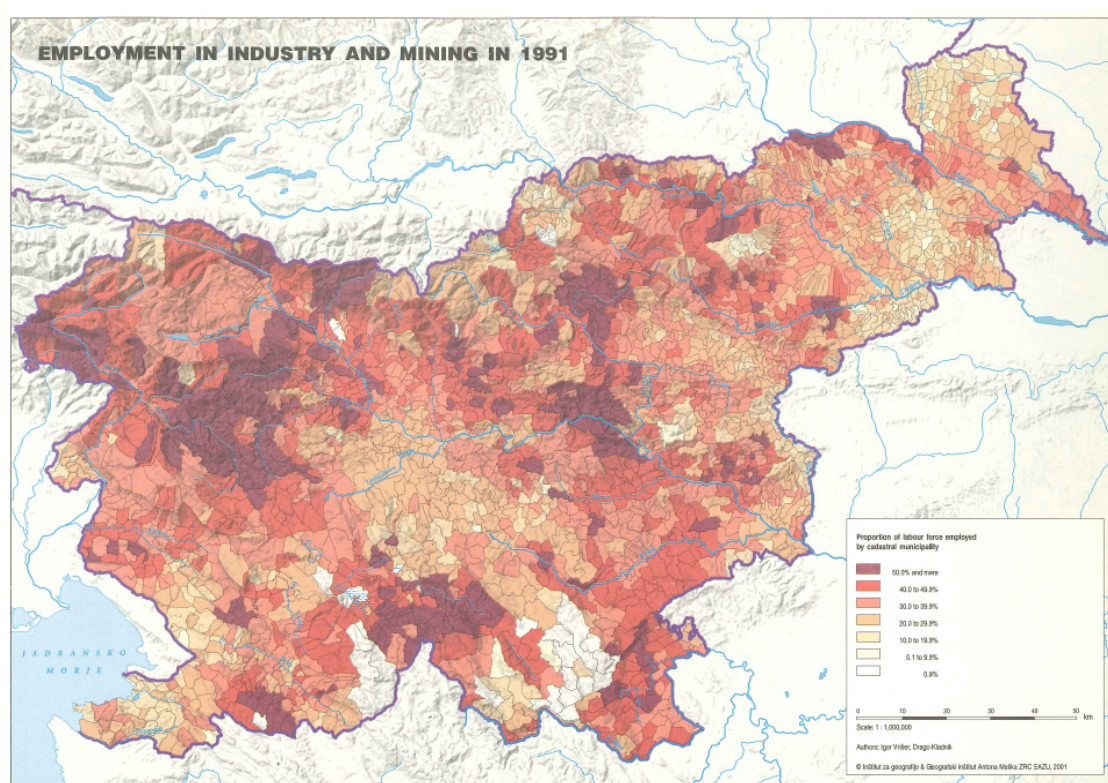
Uno de los posibles autores de bases cartográficas son las **Agencias Nacionales de Cartografía**, en caso de España, el Instituto Geográfico Nacional, entre cuyas funciones se encuentra la de crear las bases oficiales de referencia. Cabe mencionar la importancia de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) que permiten la superposición de bases de diferente fuente para comprobar la correspondencia entre las mismas.

Existen dos tipos generales de cartografía: la de carácter general y la temática (Robinson *et al.*, 2006). No es conveniente asimilar la primera con el concepto de base espacial. Los mapas de propósito general, en su mayoría mapas topográficos que tratan de almacenar una gran cantidad de información espacial que represente la realidad de la forma más precisa posible, son demasiado exhaustivos para poderse considerar bases cartográficas, aunque una simplificación adecuada de los mismos podría asumir la misma función.

En algunos casos determinados elementos propios de la cartografía general se introducen en mapas temáticos (*Vid. Mapa 2-1*). En la figura mostrada, se observa el Mapa de Empleo en Industria y Minería de 1991 en Eslovenia, extraído del Atlas Nacional esloveno (Fridl *et al.*,

2001), en él se puede apreciar cómo se han introducido algunos elementos adicionales a lo que se podría considerar una base cartográfica tradicional limitada a las fronteras entre entidades administrativas.

Este mapa añade a los límites fronterizos la representación de las redes hidrográficas y el modelo de sombreado derivado del Modelo Digital de Elevaciones, es decir, la información de altitud dando sensación de relieve; entendiendo que estos aspectos pueden resultar útiles en la tarea de facilitar la comprensión y apoyar la interpretación de las variables temáticas representadas. En este caso concreto los ejes fluviales parecen vertebrar algunas de las zonas mineras e industriales. No es ocioso introducir estos elementos cuando el emisor está convencido de que facilitarán la lectura en vez de complicarla más.



Mapa 2-1: Mapa de empleo en industria y minería, 1991 extraído del Atlas Nacional de Eslovenia, en el que se aprecia la utilización de elementos propios de cartografía de carácter general (Fridl et al., 2001).

En el marco de la cartografía temática se reconocen dos **tipos principales de bases**, que corresponden con lo que en el ámbito de los SIG, se conoce como los modelos de datos básicos: Modelo vectorial y *raster* (Vid. Figura 2-13) (Bernhardsen, 2002). Es cierto que existen otros modelos de datos como los Modelos Digitales del Terreno (Comas y Ruiz, 1993), pero no son habitualmente empleados en este contexto.



Figura 2-13: Comparación entre modelo vectorial (derecha) y raster (izquierda) representando el límite provincial de Zaragoza. Elaboración propia.

- (1) Modelo vectorial: El modelo vectorial dirige sus esfuerzos a conseguir la mayor precisión posible en dos aspectos concretos: Por un lado la descripción física de los elementos geográficos, es decir una representación ajustada a la realidad de las entidades y por otro la localización de los mismos en el territorio (Bosque Sendra, 1997; Gutierrez Puebla y Gould, 2000).

Este modelo se basa en la asunción de que la realidad puede estar dividida en elementos claramente definibles cada uno de los cuales pueden modelarse utilizando tres objetos espaciales básicos: Puntos, líneas y superficies (Bernhardsen, 2002), que vistos desde el punto de vista cartográfico corresponden con los denominados *tipos de implantación* (Bertin, 1983) en los que se profundizará en apartados sucesivos. Estos objetos poseen entre ellos una dependencia anidada, de manera que las áreas son descritas a partir de las líneas que forman su perímetro y las líneas a partir de pares de coordenadas, es decir de puntos (Chrisman, 2002).

Ya mencionados los tres objetos básicos (Puntos, líneas y superficies) se pueden reconocer otras dos clases de objetos que conviene tener en cuenta: los objetos 2-D y los 3-D (Slocum *et al.*, 2005) que de igual forma serán desarrollados posteriormente y que también se enmarcan en los modelos vectoriales. Estos tipos de implantación parece que lideran las nuevas tendencias en cartografía especialmente en el ámbito norteamericano.

Una de las características que hace especialmente eficiente el trabajo en el entorno de los modelos de datos vectoriales es la posibilidad de almacenar la *topología*, entendiéndola como el procedimiento para usar y definir explícitamente relaciones cualitativas inherentes a las características geométricas

de los objetos. La topología se usa fundamentalmente para asegurar la calidad de los datos y permitir una representación más real de los objetos (Bosque Sendra, 1997; Gutierrez Puebla y Gould, 2000).

- (2) Modelo *raster*: El modelo *raster* centra su atención en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización de los distintos objetos geográficos. Este modelo se basa en la compartimentación del territorio en celdas regulares (*raster cell*), cada una de las cuales representa un único valor (Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008). La precisión en este modelo está definida por la porción de territorio que representa cada pixel, y será mayor cuanto más pequeños sean los mismos (Comas y Ruiz, 1993). Habitualmente se opta por la forma cuadrada de las celdas pero cualquier división en teselas regulares (rectángulo, triángulo, hexágono...) tendría cabida bajo esta definición, es más, algunas de ellas como el hexágono podrían aportar valores adicionales ligados a la direccionalidad de los fenómenos (Dent, 1999).

El sistema de trabajo es radicalmente distinto dependiendo de la utilización de un modelo u otro y la elección del mismo debe estar condicionado por una serie de factores entre los que destacan:

- Las **características de los fenómenos geográficos** a representar en la cartografía, que pueden tener un carácter continuo o discreto. Se entiende como elementos *continuos* aquellos que aparecen espacialmente entre dos observaciones cualesquiera, existe un número infinito de valores posibles entre las mismas. Normalmente los valores continuos son resultado de un proceso de medición y pueden contener decimales. Los fenómenos discretos no suceden en cualquier parte del territorio, corresponden con entidades independientes, distinguibles, sobre las que se puede tomar la medida de la variable que no permite el uso de fracciones de elementos, es decir de decimales. Para datos continuos se tiende a utilizar el modelo *raster*, mientras que para los discretos suele seleccionarse el vectorial (Dent, 1999).
- Resulta evidente que en determinados proyectos la elección del modelo de datos deriva directamente de los **objetivos** que hayan sido propuestos en la etapa de identificación o de los proyectos anteriores que versen sobre el mismo tema.
- La **captura de la información** condiciona, del mismo modo, la elección del modelo. La cartografía derivada de imágenes de satélite, como puede ser la de aprovechamiento agrícola, tiende a estar realizada sobre rejillas *raster* mientras que mapas temáticos cuya información se extraiga por recuento, como el número de personas viviendo en una manzana de edificios, utilizarán los formatos vectoriales (Lo y Yeung, 2007).

- El **tipo de aplicaciones** para las que va a utilizarse la cartografía derivada; las bases cartográficas *raster* son más adecuadas para aplicaciones medio-ambientales como la clasificaciones de usos del suelo, cálculos de pendiente, orientaciones de ladera... El modelo *raster* es más apropiado, ya en entorno SIG, para los procedimientos de análisis por superposición o álgebra de mapas. Las bases vectoriales se adecuan más a tratamientos en los que la precisión de la localización espacial de los elementos geográficos es importante como en el caso del planeamiento urbano y la ordenación territorial o en asuntos en los que los límites administrativos deban estar bien definidos (Dent, 1999).

Conviene señalar que existen herramientas para transformar la base cartográfica de un modelo a otro si fuera necesario (Lo y Yeung, 2007), no obstante los resultados no siempre son óptimos, especialmente en el paso entre *raster* y vectorial, y es conveniente la definición temprana del tipo que debe ser utilizado y que se adapta mejor a las características del proyecto.

El tipo de base espacial determina en gran medida algunos de los instrumentos de codificación a seleccionar en fases sucesivas, entre ellos las variables visuales que pueden ser utilizadas. No es momento de explicar a que nos referimos exactamente con el concepto de variable visual, básico en cartografía temática, baste decir que cada una de las celdas de un modelo *raster* no puede modificarse en forma, orientación, ni tamaño puesto que supondría un cambio esencial en la naturaleza de la estructura *raster* basada en la regularidad de una rejilla que representa un solo valor de una variable real.

2.4.2.1.2. Elementos de las bases espaciales

En la secuencia de trabajo propuesta (*Vid. Figura 2-6*) el siguiente paso es matizar los aspectos referidos a la base espacial: el sistema de proyección que será utilizado en el mapa, la escala de trabajo y el grado de agregación de los objetos.

2.4.2.1.2.1 Sistemas de proyección

Es un hecho de sobra conocido que la forma irregular de la Tierra se asemeja aproximadamente a una esfera. Las representaciones más adecuadas de la misma son las realizadas a través de un globo terráqueo, ya que las proporciones de ángulos, distancia, dirección y superficie se mantienen prácticamente intactas (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995). Éste tipo de presentación, que puede resultar útil en el caso de cartografías de carácter general tales como mapas físicos o políticos, pierde su sentido si el objetivo del proyecto no abarca toda la superficie terrestre y tiene un carácter de visualización temática (Robinson *et al.*, 2006).

La solución en estos casos, que por otra parte son la mayoría, es la transferencia sistemática de las relaciones geométricas de la forma irregular de la tierra a una superficie

plana. Determinados cuerpos se caracterizan porque sus superficies son desarrollables, es decir que pueden ser extendidas sobre un plano sin dislocación de sus partes, tal es el caso del cilindro o del cono. Sin embargo no sucede igual con las formas esféricas que pudiendo igualmente ser transferidas al plano dicho proceso requiere una modificación de determinadas características de su geometría. Este proceso de transformación se denomina **proyección cartográfica** y puede definirse como la transformación matemática de las localizaciones existentes en el espacio tridimensional de la superficie terrestre al bidimensional de una hoja de papel (Lo y Yeung, 2007).

No es propósito de esta tesis doctoral profundizar en aspectos relacionados con este tema que ha sido sobradamente trabajado a lo largo de la historia de la geografía y la cartografía, y aparece como un tema relevante en todos los tratados respecto a esta última (Bertin, 1983; MacEachren, 1995; Dent, 1999; Zanin y Trémélo, 2002; Slocum *et al.*, 2005; Robinson *et al.*, 2006), pero si es importante matizar algunos aspectos que son significativos de cara al diseño y elaboración de cartografía temática debido a que, como se ha mencionado anteriormente, el sistema de proyección es uno de los elementos a definir respecto a la base espacial.

A determinadas escalas, la consideración de una proyección específica como la proyección de Peters modificará la percepción de los elementos y, por ende, la comprensión de los resultados y el mensaje inherente del mapa temático. Se debe estar familiarizado con las características de las proyecciones especialmente las que afectan a la cartografía desde el punto de vista en el que condiciona la visualización de la misma, pero esta raramente influye cuando se trata de mapas a gran escala (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995). La importancia de elegir correctamente la proyección se presenta cuando la cartografía se realiza a pequeña escala, representando un continente o incluso toda la superficie emergida de la tierra.

Es de sobra conocido que las alteraciones en la transformación entre esfera y plano pueden venir de la mano de los ángulos, superficies o distancias. Debido a la necesidad de simplificación acerca de este tema en esta tesis doctoral se puede resumir que la proyección que mantiene adecuadamente las relaciones angulares es conocida como **conforme**, si la relación que se conserva es la superficial la proyección será **equivalente** y en caso de mantener las distancias la proyección será considerada **equidistante**; en algunos casos se procura compensar ambas alteraciones dando lugar a proyecciones intermedias de compromiso (Lo y Yeung, 2007).

Otro de los aspectos que caracterizan las proyecciones son las formas geométricas desarrollables sobre las que se proyecta una esfera ya sea de forma tangencial o secante: entre otras puede ser un cilindro, que da lugar a las proyecciones **cilíndricas**; un cono, que deriva en proyecciones **cónicas** o el propio plano, que refiere a proyecciones **acimutales** (*Vid. Figura 2-14*) (Robinson *et al.*, 2006).

Estos y otros aspectos determinan la apariencia final de la base cartográfica, que puede variar considerablemente entre unas proyecciones y otras, por lo que esta debe seleccionarse según su grado de adecuación con los objetivos del proyecto.

De forma generalizada se puede afirmar que la proyección más eficiente en el ámbito de la cartografía temática es la que mantiene las relaciones de superficie, lo que es especialmente cierto si se están representando variables relacionadas directamente con el espacio como puede ser la densidad de población. Es también importante considerar que el usuario está acostumbrado a percibir los contornos cartográficos en un determinado sistema y percibirá como incorrecto una modificación del mismo que distorsione la imagen predeterminada que tenga del territorio.

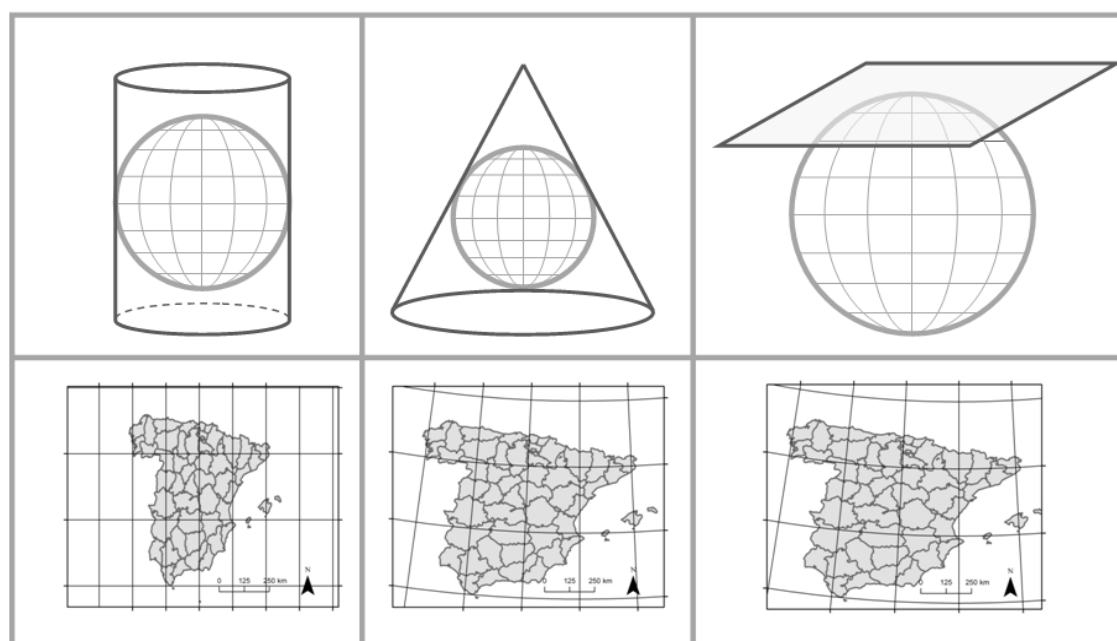


Figura 2-14: Representación de las proyecciones cartográficas según la figura desarrollable en la que se basan y su aplicación al territorio español, todas ellas con la característica de equidistancia. Elaboración propia.

A lo largo de la historia de la cartografía diversos autores han ido proponiendo diversos sistemas de proyección; nombres como Mercator, Lambert, Bonne, Postel, Winkel, Robinson... (Zanin y Trémelo, 2002) y en la actualidad la mayor parte de los mismos están implementados en las principales aplicaciones SIG, que permiten modificar sus elementos. La mayoría de países tienen definidas, gracias a las Agencias Nacionales de Cartografía, el sistema de proyección que se considera predefinido para el territorio estatal y tal es el caso de España donde, tanto para mapas topográficos como para temáticos, se utiliza el sistema cilíndrico conforme conocido como Sistema Universal Transversal de Mercator definido por el autor del mismo nombre; con la diferencia de que este sistema es tangente a un meridiano en vez de al Ecuador tal y como proponía Mercator.

Tan solo mencionar que no siempre el territorio nacional se debe enmarcar dentro de los mismos husos del sistema de proyección y tal es el ejemplo de las Islas Canarias en el caso

español o de Alaska en el estadounidense, si bien es cierto que debe procurarse el mantenimiento de la escala de trabajo, para poder comparar los territorios.

2.4.2.1.2.2 Escala y grado de agregación

La escala es otro de los aspectos que el emisor/geógrafo debe tener en cuenta respecto a la base cartográfica debido a que esta permite al lector evaluar la extensión del área representada estableciendo una relación entre la misma y el mapa además de determinar el nivel de agregación, de precisión y de generalización que se aplicará al estudio (Slocum *et al.*, 2005).

La **elección de la escala** de trabajo se encuentra condicionada por una serie de aspectos como son la dimensión del terreno, el propósito del mapa o el soporte a utilizar, entre otros (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995).

- La **dimensión del terreno** que será representado: Zonas de reducidas dimensiones implicarán el trabajo a gran escala posibilitando una cartografía precisa y rica en detalles. Por el contrario el cartografiado de territorios extensos se llevará a cabo mediante mapas a pequeña escala, en los cuales el nivel de detalle deberá ser retrabajado para lograr una visualización eficiente, a través de los conocidos como procesos de generalización, a los que se dedica especial atención en páginas posteriores.
- El **propósito del mapa**: La creación de cartografía temática tiene como objetivo general presentar una o varias variables reales que afectan o caracterizan un territorio, sin embargo esto puede realizarse a través de diversos caminos todos ellos correctos. Cada uno de esos caminos facilita la lectura del mapa desde el punto de vista de los propósitos definido en la fase de identificación del proyecto cartográfico. El objetivo último y posiblemente más útil de la cartografía es servir a la **toma de decisiones territoriales**, es por esto que la elección correcta de la escala facilitará la adecuación de la cartografía a los parámetros que permitan tomar la decisión adecuada.
- El **soporte** sobre el que va a realizarse la cartografía: Ya se ha mencionado que los dos tipos principales de formatos cartográficos son el papel y el soporte digital. En el primer caso las dimensiones del papel son uno de los condicionantes principales en la elección de la escala, de forma que si el papel disponible para representar España, incluyendo las Islas Canarias, es un DIN-A4 la escala seleccionada será aproximadamente 1:5.500.000. La escala de una cartografía digital dependerá, por otra parte, de la resolución de las bases cartográficas. No obstante, aquí de nuevo hay que plantear la necesidad de valorar sistemas continuos que cambien la resolución y la representación de los elementos cartográficos cuando el soporte sea digital, se encuentre implementado en un SIG y tenga una concepción interactiva.

La resolución de la base espacial enlaza con el término de **MRDB** (Siglas inglesas del concepto Bases de datos con resolución múltiple) que refieren al almacenaje de varias bases cartográficas en una única base de datos, cada una de las cuales presenta un nivel de resolución distinto y cuya utilización es factible a diferentes escalas concretas (Vid. Figura 16) (Kilpeläinen, 1997; Spaccapietra *et al.*, 2000; Li, 2007).

En el contexto digital, en concreto en el entorno SIG, se pueden llegar a perder las concepciones de escalas determinadas que sí son utilizadas en papel; la pregunta *¿A qué escala numérica exacta se visualiza la base cartográfica?* pierde por completo su importancia y ésta recae sobre el concepto de **nivel de resolución** (Reganauld y McMaster, 2007). La base cartográfica no se prepara para una única escala numérica; por el contrario cada capa de la base de datos espacial permite ser visualizada a varias escalas. Aplicado al formato digital-interactivo el usuario puede ir ampliando y reduciendo el área de visualización saltando progresivamente entre las distintas escalas existentes en la MRDB.

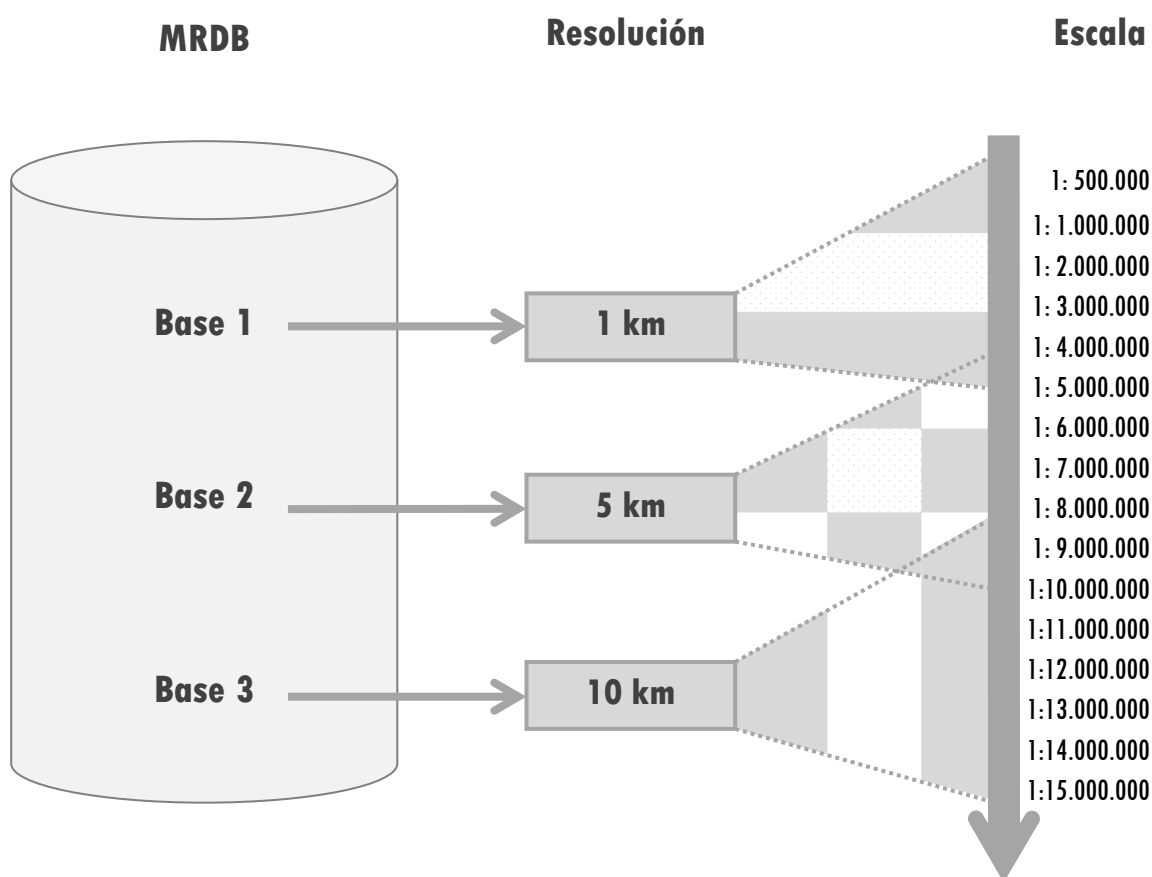


Figura 2-15: Correspondencia entre la base de datos de resolución múltiple, la resolución de cada capa y las escalas a las que puede ser utilizada. Elaboración propia.

Pueden apreciarse las claras conexiones con el concepto de generalización puesto que en realidad cada una de esas capas o bases debería ser una generalización de la anterior, de cara a lograr la consistencia efectiva del proyecto.

La escala a la que se visualice el mapa está intrínsecamente ligada a otro aspecto de suma importancia en el diseño de la cartografía como es la determinación del **grado o escala de agregación**, este concepto tiene diferentes concepciones si se trata de una base vectorial o una *raster*, pero en ambas repercute directamente en la correcta legibilidad del mapa. Es importante elegir adecuadamente las unidades geográficas de representación estableciendo a priori las características aconsejables que definan las mismas. Algunas de estas características son: un elevado grado de resolución, homogeneidad geográfica del área, posibilidad de comparación de la variable a representar entre las distintas unidades, estabilidad temporal, forma compacta, disponibilidad de información y relevancia funcional (Boscoe y Pickle, 2003).

(1) Grado de agregación en bases vectoriales

La escala de agregación hace referencia a las unidades de actuación en las que está dividida la base cartográfica; habitualmente se trabaja con límites administrativos pero estas unidades bien podrían representar unidades de paisaje, cuencas de vida, cuencas hidrográficas, unidades geológicas...

Poniendo por ejemplo la Constitución española de 1978 en la que se describen, en los artículos 140, 141 y 143, las diferentes entidades administrativas en las que se divide el territorio, lo que en términos cartográficos equivale a las distintas escalas de agregación oficial que pueden ser utilizadas. De esta forma se reconocen las administraciones locales que corresponden con municipios y provincias, a las que se añade la posibilidad de los municipios de agruparse en entidades locales distintas a las provincias, siendo este el caso de las comarcas. (Vid. Figura 2-16)

El siguiente nivel que se reconoce es el de la comunidad autónoma, cuya composición quedará establecida por una o varias provincias. Se puede afirmar que la transición entre unas y otras escalas de agregación en España se realiza de forma anidada ya que necesariamente las Comunidades Autónomas deben de estar formadas por provincias, y estas por municipios, los cuales constituyen la unidad administrativa mínima de la nación.

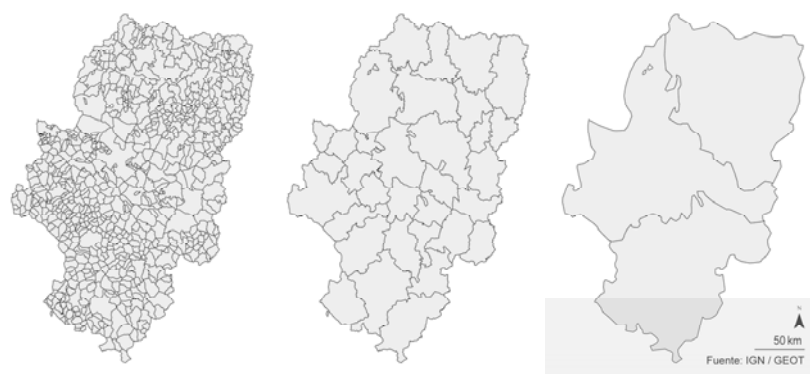


Figura 2-16: Base cartográfica de Aragón a escala municipal, comarcal y provincial. Elaboración propia.

La utilización de unos u otros grados de agregación depende directamente de la escala de trabajo, difícilmente se sostiene una representación municipal por encima del 1:3.000.000 lo que remite a formatos de grandes dimensiones (Din-A2 o superior). Las provincias por otro lado tienen un alto rango de escalas con las que es posible trabajar debido a que la superficie de las mismas es elevada permitiendo distinguirlas con claridad en representaciones de 1:10.000.000 (Vid. Figura 2-17) o inferior, llegando incluso a escalas menores, aproximadamente 1:15.000.000 si se trata de mapas coropléticos. Para este tipo de cartografía la agregación autonómica puede llegar a asumir hasta la escala 1:20.000.000. (Vid. Figura 2-18) Resulta evidente que una base cartográfica no puede representarse con el mismo grado de detalle a todas las escalas que el nivel de agregación permite, siendo necesario un proceso de generalización intermedio.

Al igual que en España el resto de estados y organismos supra-gubernamentales poseen divisiones administrativas entre las que cabe destacar la Unión Europea (En adelante UE) debido al amplio marco geográfico que abarca y a la repercusión territorial y económica que supone la pertenencia a una u otra de estas unidades administrativas.

Las *Nomenclature of Territorial Units for Statistics* (en adelante NUTS), es la denominación técnica para cada una de las unidades administrativas que se establecieron por parte de Eurostat hace más de tres décadas con los objetivos de servir de entidades de referencia para la recogida, desarrollo y armonización de las estadísticas comunitarias, para el análisis socio-económico de las regiones y para enmarcar las políticas regionales comunitarias. (Reglamento (CE) N° 1059/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de Mayo de 2003)

La clasificación NUTS ha sido utilizada en la legislación comunitaria desde 1988 pero no fue hasta 2003 cuando se adoptó oficialmente por parte del Parlamento Europeo (Reglamento (CE) N° 1059/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de Mayo de 2003).

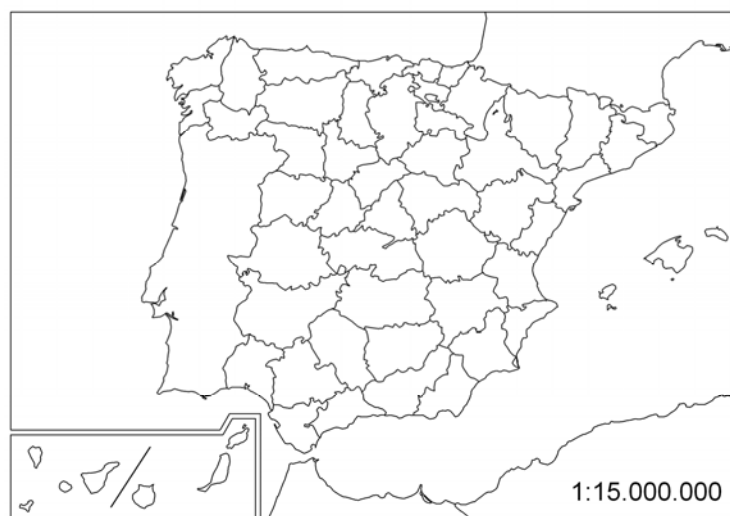


Figura 2-17: Base cartográfica de España a escala 1:15.000.000 y grado de agregación provincial. Fuente: IGN. Elaboración propia.



Figura 2-18: Base cartográfica de España a escala 1:20.000.000 y grado de agregación autonómico. Fuente: IGN. Elaboración propia.

Los criterios para conformar una subdivisión del territorio pueden estar ligados a las **divisiones institucionales preexistentes**, que son la expresión de la voluntad política de cada nación, o hallarse vinculados a **funciones analíticas** que definen las regiones de acuerdo con principios de funcionalidad. Debido a razones prácticas de cara a una implantación eficiente de la clasificación NUTS se optó por basarla principalmente en divisiones institucionales debido a que era la subdivisión utilizada por las distintas naciones para recoger sus propios datos oficiales (Vid. Tabla 2-2).

La clasificación NUTS reconoce una jerarquía basada en tres niveles: cada estado miembro se divide en su totalidad en regiones NUTS 1 (Vid. Figura 2-19), que a su vez se subdividen en regiones NUTS 2, que se vuelven a subdividir en regiones NUTS 3; entendiendo que las regiones equivalentes en jerarquía de los distintos países poseen características de tamaño y población comparables con unos criterios medios máximos y mínimos de población. (Vid. Tabla 2-3)

Normalmente los estados miembros reconocen unidades administrativas más detalladas, como es el caso de los *municipios* en España, en el marco europeo se denominan *Local Administrative Units* (En adelante LAU) pero no están sujetas a la regulación NUTS (Vid. Tabla 2-2). Son conocidos como escala local, en la cual se reconocen dos niveles adicionales: LAU 1 y LAU 2 anteriormente conocidos como NUTS 4 y NUTS 5.

En el caso de que para un determinado nivel NUTS no existan unidades administrativas equivalentes en el estado miembro este nivel será constituido por agregación de niveles administrativos preexistentes. En este caso la agregación se realizará en base a criterios geográficos, socioeconómicos, históricos, culturales o medioambientales.

Al aplicar la normativa NUTS a España encontramos que el primer nivel, NUTS 1, no corresponde con ninguna entidad ya definida en el país, por lo que se configura a partir de la agregación de Comunidades autónomas, sin embargo tanto NUTS 2 como NUTS 3 tiene correspondencia con unidades descritas por la Constitución española, que ya han sido

mencionadas: Comunidades Autónomas y Provincias. Por otro lado las unidades LAU 1 hallarían su correspondencia en las comarcas, que de momento solo han sido aplicadas en algunas regiones y las LAU 2 con los municipios, que la unidad administrativa básica en España. (Vid. Tabla 2-2, Figura 2-19)

La elección de la escala de agregación está estrechamente ligada al problema territorial a presentar, **un cambio de escala supone un cambio de problema**, y es necesario presentar la información cartografiada sobre el grado de agregación que resulte más adecuado para lograr la una transmisión eficaz de la información.

Tabla 2-2: Correspondencia entre los niveles NUTS y las unidades administrativas nacionales (2007) Fuente: Eurostat

| | NUTS 1 | | NUTS 2 | | NUTS 3 | | LAU 1 | | LAU 2 | |
|-------|--|----|--|-----|--|------|---|------|--|------------|
| BE | Gewesten/ Régions | 3 | Provincies/ Provinces | 11 | Arrondissementen/ Arrondissements | 44 | - | | Gemeenten/ Communes | 589 |
| BG | Rajoni | 2 | Rajoni za planirane | 6 | Oblasti | 28 | Obshtini | 264 | Naseleni mesta | 5 329 |
| CZ | Území | 1 | Oblasti | 8 | Kraje | 14 | Okresy | 77 | Obce | 6 249 |
| DK | - | 1 | Regioner | 5 | Landsdeler | 11 | Kommuner | 99 | Sogne | 2 148 |
| DE | Länder | 16 | Regierungsbezirke | 39 | Kreise | 429 | Verwaltungs- gemeinschaften | 1457 | Gemeinden | 12 379 |
| EE | - | 1 | - | 1 | Groups of Maakond | 5 | Maakond | 15 | Vald, linn | 227 |
| IE | - | 1 | Regions | 2 | Regional Authority Regions | 8 | Counties/Cities | 34 | Electoral Districts | 3 441 |
| GR | Groups of development regions | 4 | Periferies | 13 | Nomoi | 51 | Dimoi/Koinotites | 1034 | Demotiko diamerisma/ Koinotiko diamerisma | 6 130 |
| ES | Agrupación de comunidades autónomas | 7 | Comunidades y ciudades autónomas | 19 | Provincias + islas + Ceuta y Melilla | 59 | - | | Municipios | 8 111 |
| FR | Z.E.A.T + DOM | 9 | Régions + DOM | 26 | Départements + DOM | 100 | Cantons de rattachement | 3787 | Communes | 36 683 |
| IT | Gruppi di regioni | 5 | Regioni | 21 | Provincia | 107 | - | | Comuni | 8 101 |
| CY | - | 1 | - | 1 | - | 1 | Eparchies | 6 | Dimoi, koinotites | 613 |
| LV | - | 1 | - | 1 | Reģioni | 6 | Rajoni, republikas pilsētas | 33 | Pilsētas, novadi, pagasti | 527 |
| LT | - | 1 | - | 1 | Apskritis | 10 | Savivaldybės | 60 | Seniūnijos | 518 |
| LU | - | 1 | - | 1 | - | 1 | Cantons | 13 | Communes | 116 |
| HU | Statisztikai nagyrégiók | 3 | Tervezési- statisztikai régiók | 7 | Megye + Budapest | 20 | Statisztikai kistérségek | 168 | Települések | 3 152 |
| MT | - | 1 | - | 1 | Gzejjer | 2 | Distretti | 6 | Kunsilli | 68 |
| NL | Landsdelen | 4 | Provincies | 12 | COROP regio's | 40 | - | | Gemeenten | 443 |
| AT | Gruppen von Bundesländern | 3 | Bundesländer | 9 | Gruppen von Politischen Bezirken | 35 | - | | Gemeinden | 2 357 |
| PL | Regiony | 6 | Województwa | 16 | Podregiony | 66 | Powiaty i miasta na prawach powiatu | 379 | Gminy | 2 478 |
| PT | Continente | 3 | Comissões de Coordenação Regional + Regiões Autónomas | 7 | Grupos de Concelhos | 30 | Concelhos - Municipios | 308 | Freguesias | 4 260 |
| RO | Macroregiuni | 4 | Regiuni | 8 | Judet + Bucuresti | 42 | - | | Comuni + Municipiu + Orase | 3 174 |
| SI | - | 1 | Kohezijske regije | 2 | Statistične regije | 12 | Upravne enote | 58 | Občine | 210 |
| SK | - | 1 | Oblasti | 4 | Kraje | 8 | Okresy | 79 | Obce | 2 928 |
| FI | Manner-Suomi, Ahvenanmaa/ Fasta Finland, Åland | 2 | Suuralueet / Storområden | 5 | Maakunnat / Landskap | 20 | Seutukunnat / Ekonomiska regioner | 77 | Kunnat / Kommuner | 416 |
| SE | Landsdelar | 3 | Riksområden | 8 | Län | 21 | - | | Kommuner | 290 |
| UK: | Government Office Regions; Country | 12 | Counties (some grouped); Inner and Outer London; Groups of unitary authorities | 37 | Upper tier authorities or groups of lower tier authorities (unitary authorities or districts) | 133 | Lower tier authorities (districts) or individual unitary authorities; Individual unitary authorities or LECs (or parts thereof); Districts | 443 | Wards (or parts thereof) | 10 664 |
| EU-25 | | 91 | | 257 | | 1233 | | 8134 | | 113 098 |
| EU-27 | | 97 | | 271 | | 1303 | | 8398 | | 121 601 |

Tabla 2-3: Límites demográficos para las categorías NUTS

| NIVEL | MÍNIMO DE POBLACIÓN | MÁXIMO DE POBLACIÓN |
|--------|---------------------|---------------------|
| NUTS 1 | 3.000.000 | 7.000.000 |
| NUTS 2 | 800.000 | 3.000.000 |
| NUTS 3 | 150.000 | 800.000 |

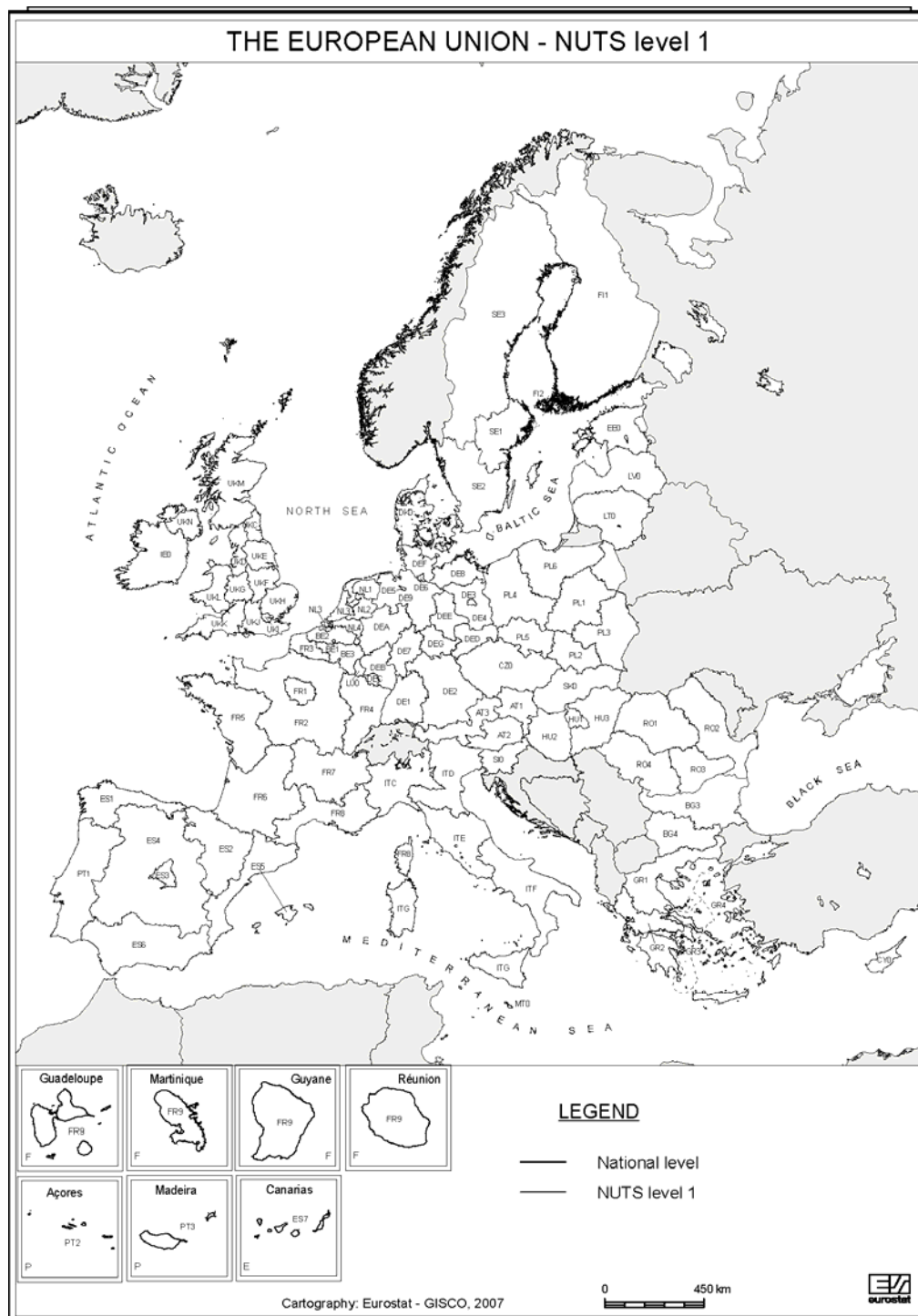


Figura 2-19: División de la Unión Europea en NUTS. Fuente: Eurostat.

La toma de decisión de la escala a utilizar no es un tema banal, especialmente cuando determina aspectos como el reparto de subvenciones o la consideración en términos de mayor o menor desarrollo de una determinada entidad. Ejemplo manifiesto es la distribución de subvenciones por parte de los fondos europeos que se realiza a partir de las NUTS 2. Es otro de los casos evidentes de falacia ecológica aplicados a la vida real, en la que espacios con un grado inferior de desarrollo no han sido dotados de subvención por hallarse cerca de una ciudad que incrementaba considerablemente la media, mientras que espacios en general más desarrollados pero de una forma homogénea recibían esa misma dotación. **Resulta evidente que el esfuerzo por adaptar la escala de trabajo al problema particular de cada situación es de vital importancia para alcanzar resultados óptimos.**

En ocasiones es necesario el estudio multiescala, aportar las diferentes versiones de una misma realidad que distintas representaciones pueden ofrecer, pero en estos caso es necesario **trabajar en cascada**, de abajo a arriba y no al contrario, la agrupación de municipios en provincias tiene sentido, es una relación anidada pero desde la escala provincial no será posible descender a la municipal, la información quedaría desvirtuada.

(2) Escala de agregación en bases *raster*

En caso de las **bases cartográficas *raster*** la escala de agregación más bien hace referencia al tamaño del pixel utilizado (Comas y Ruiz, 1993). En los SIG *raster* la función del geógrafo es distinta especialmente si se considera el trabajo relacionado con la teledetección. Las imágenes de satélite tienen una resolución espacial fija (*Vid. Tabla 2-4*) y la tarea del geógrafo en este caso consiste en seleccionar adecuadamente el satélite del que se obtendrán datos, para asegurar que el trabajo con determinadas imágenes será significativo en relación a los objetivos del proyecto. Es posible modificar la resolución espacial de las imágenes pero siempre en sentido ascendente, en cascada, al igual que sucede en los SIG vectoriales (*Vid. Figura 2-20*).

Tabla 2-4: Comparativa de resolución espacial entre las imágenes obtenidas por tres satélites diferentes.

Fuentes: http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_toc.html,

http://www.digitalglobe.com/index.php/48/Products?product_id=1 y

http://www.eumetsat.int/Home/Main/What_We_Do/Satellites/Meteosat_Second_Generation/index.htm?l=en

| SATÉLITE | RESOLUCIÓN ESPACIAL |
|---|-------------------------------|
| Meteosat | 1-3 km según región espectral |
| Landsat | 30 m |
| Quickbird pancromático / multiespectral | 0,59 – 0,75 / 2,40 m |

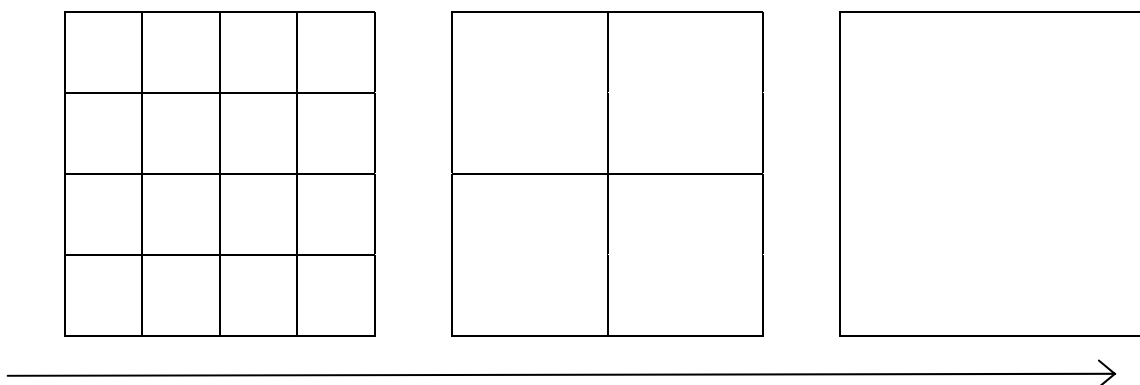


Figura 2-20: Cambio de resolución espacial mayor a menor en un SIG raster. Elaboración propia.

Las imágenes generadas por MeteoSat son perfectamente válidas para un estudio climático pero resultan ineficaces para un análisis de usos del suelo, para lo cual las imágenes Landsat son útiles. Por otro lado en el ámbito de la agricultura de precisión este satélite no tiene una resolución suficiente por lo que podría recurrirse a imágenes del satélite QuickBird cuya precisión resulta más adecuada (Chuvieco Salinero, 2008).

La teledetección y la derivación de información temática que se puede obtener de la misma es una de las posibilidades de los SIG *raster* pero otras muchas opciones son trabajadas con los mismos, como es el caso de las orientaciones, pendientes... Aplicado a este último caso la elección de una escala de agregación correcta es también relevante puesto que una célula contable excesivamente grande puede acoger un salto de falla de varios cientos de metros y dar una pendiente de tipo medio imposible de mecanizar cuando en realidad, si el problema se considera en células de menor tamaño, aparecerán dos planos a diferente nivel pero perfectamente horizontales (Pueyo Campos, 1993).

La elección de la escala de trabajo y de la escala de agregación es una tarea ardua puesto que son elementos interdependientes, normalmente la elección de uno determina la del otro; y esta primera elección deberá extraerse tanto de los objetivos del proyecto como de la base cartográfica de la que se disponga.

2.4.2.1.3. Proceso de edición

La base espacial es uno de los dos componentes de la cartografía que deben ser trabajados antes de abordar el proceso de codificación cartográfica. Ya se ha mencionado que no todos los proyectos poseen la envergadura suficiente para permitirse crear una base cartográfica original, adaptada completamente a los requerimientos marcados por los objetivos del trabajo. En el caso de seleccionar una base cartográfica externa al proyecto, el proceso de análisis y edición supondrá un paso obligatorio debido a que un examen y diagnóstico correctos de una serie de aspectos son garantía de calidad en el trabajo: nomenclatura de las entidades, actualización de la base, corrección topológica, codificación adecuada, formato compatible, localización exacta de las entidades...

Una vez se conozcan las características de la base y hayan sido registrados los posibles errores o inadecuaciones de la misma la tarea pasa a centrarse en su edición de cara a lograr el mayor ajuste posible con los objetivos definidos en la identificación del proyecto.

Los aspectos que deberían de ser revisados en una base cartográfica, tomando como supuesto que la base ha sido creada para otros proyectos o por parte de una agencia nacional de cartografía, son los siguientes:

2.4.2.1.3.1 Formato de trabajo

La base cartográfica que le llega al geógrafo no tiene porqué encontrarse en el formato propio del *software* con el que se va a trabajar. Actualmente la importación/exportación entre formatos esta implementada en la mayoría de programas de entorno SIG, pero el usuario debe asegurarse de que la base no sufre alteraciones en el proceso intermedio de transferencia. Ejemplos de este tipo de errores puede ser un ligero desplazamiento o deformación de los límites, en general con magnitudes inferiores a los 5 mm en escala real. En el caso de trabajar con cartografía temática a escalas a partir de 1:500.000 estos errores pueden resultar asumibles, por su nula percepción o afección a los resultados finales, pero en escalas de detalle deberán de ser corregidos y, si es posible, evitados.

2.4.2.1.3.2 Sistema de proyección

En general cualquier base espacial tiene definido por defecto un sistema de proyección, la edición de la misma consiste en definir el nuevo sistema que vaya a ser utilizado adaptándose a los requerimientos expresados al comienzo del proyecto. En principio cualquier base puede ser proyectada en cualquier sistema de coordenadas, pero solo determinados sistemas procurarán la visualización adecuada a los objetivos que pretende la cartografía temática.

2.4.2.1.3.3 Actualización de la base

El territorio es una realidad cambiante, que se encuentra en constante movimiento, y como tal su representación a través de la base cartográfica debe reflejar estos cambios, tratando de evitar su obsolescencia. El ejemplo es evidente si se refiere a una agregación municipal, la legislación española permite modificaciones en las unidades locales que van desde los simples cambios de nomenclatura, a desplazamiento de los límites llegando incluso a poderse crear nuevas entidades que se segreguen de unidades preexistente. Aun en el caso de que una base cartográfica posea un alto grado de calidad en el resto de elementos la incorporación de las consecuencias de los cambios producidos supondrá un proceso de obligado cumplimiento. Las bases espaciales deben reflejar la realidad territorial en el momento más reciente posible para poder adaptarse a la información temática de mayor actualidad.

2.4.2.1.3.4 Nomenclatura y codificación

El hecho de que los nombres de las entidades sean correctos es especialmente importante

para aquellos proyectos en los que son necesarios la utilización de rótulos que identifiquen cada unidad.

Por otro lado, es vital la adecuada codificación de las entidades. Los errores que se generasen sería determinantes para la calidad final de la cartografía temática, puesto que el código, entendiendo como tal aquel que esté definido como elemento de referencia, funcionará en fases sucesivas como enlace entre la base cartográfica y la información temática que se quiera representar (Clave externa). De este modo una codificación errónea puede llevar a la representación en una determinada unidad administrativa de valores que correspondan a otra.

Para ambos aspectos, nomenclatura y codificación, la comprobación no es una tarea sencilla y aunque los Sistemas Gestores de Bases de Datos (En adelante SGBD) tienen implementadas funciones que facilitan la comprobación automatizada en ocasiones la última revisión conviene que sea manual.

2.4.2.1.3.5 Relaciones topológicas

En origen se entendía por relaciones topológicas aquellas que tenían lugar entre los nodos, arcos y polígonos en términos de: *esto está dentro de...*, *esto contiene a...*, *esto está delimitado por...* o *esto delimita...* (Vid. Tabla 2-5) (Robinson *et al.*, 2006). Estas relaciones se comprobaban a nivel de edición básica lo que implicaba la verificación de los nodos coincidentes entre distintas entidades.

Tabla 2-5: Relaciones topológicas entre objetos espaciales (Robinson, 2004)

| OBJETO | RELACIÓN | OBJETO |
|--------|-----------------------|----------|
| Nodo | está dentro de un → | Polígono |
| | ← contiene | |
| Nodo | delimita → | Arco |
| | ← está delimitado por | |
| Arco | está dentro de un → | Polígono |
| | ← contiene | |
| Arco | delimita → | Polígono |
| | ← está delimitado por | |

Hoy en día por topología, aun incluyendo los conceptos ya descritos, se entiende *el procedimiento para usar y definir explícitamente relaciones cualitativas inherentes a las características geométricas de los objetos* (Moreno Jiménez, 2007). Es usada fundamentalmente para asegurar la calidad de los datos y permitir una representación más

real de los objetos; siempre hace referencia a bases vectoriales puesto que las relaciones entre los píxeles de una capa *raster* están definidas por su propia posición (Bernhardsen, 2002): no puede haber huecos entre ellos, ni estar superpuestos, si están juntos implica proximidad...

Cada uno de los tipos de relaciones cualitativas entre las entidades vectoriales individuales se materializa en una **regla topológica** cuyo cumplimiento debe de ser comprobado por el sistema. Los objetos geográficos en el entorno SIG se almacenan en capas, cada una de las cuales tan solo puede recoger, normalmente, un tipo de elemento: puntos, líneas o polígonos. Las reglas topológicas pueden referirse a las relaciones entre los propios elementos de una sola capa o entre elementos de diferentes capas, en este último caso las posibilidades son múltiples: comparando capas de puntos con capas de líneas, puntos con polígonos, líneas con líneas, líneas con polígonos, polígonos con polígonos... Algunos ejemplos de las reglas topológicas de uso más común se describen a continuación (DeMers, 2000; Chrisman, 2002; ESRI®, 2003; Pfaff *et al.*, 2004; Robinson *et al.*, 2006):

- 1) *No debe de haber superposición de elementos*: Puede aplicarse a una capa individual o a dos capas enfrentadas, implicando que dos objetos no pueden ocupar el mismo espacio. Utilizada normalmente para capas de polígonos o de líneas, su requerimiento viene de la mano de la imposibilidad del espacio de ser al mismo tiempo dos entidades diferentes, como dos municipios o dos usos del suelo.
- 2) *No puede haber huecos entre elementos contiguos*: Se aplica a capas de polígonos cuyos elementos sean continuos en el territorio, ejemplo de capas con estas características puede ser una cobertura de usos del suelo o la que represente las delimitaciones administrativas de una región, siempre que, obviamente, no sean islas en cuyo caso los errores topológicos surgidos podrán ser considerados como excepciones.
- 3) *Elementos de una capa deben coincidir geográficamente con elementos de otra, ya sea en el perímetro de los mismos o en una localización concreta*: La necesidad de que dos elementos de diferentes capas coincidan es requerida en muchos de los ejemplos más comunes de cartografía: Límites provinciales cuyo trazado se ajusta a los perímetros de los municipios que lo componen, la red de afluentes que se encuentran en el cauce del río, la ruta de autobús que debe discurrir a través de la red de calles de una ciudad... Esta regla se aplica, por definición, a dos capas enfrentadas, ya sea de líneas con polígonos, líneas con puntos, polígonos con polígonos, líneas con líneas... En el caso concreto de la relación entre puntos y líneas podría incluso precisarse si el punto puede encontrarse en cualquier parte de la línea (vértice) o tan solo en los extremos de la misma (nodo).
- 4) *Elementos de una capa deben estar contenidos en elementos correspondientes a otra capa*: Es una regla topológica pensada para resolver los errores de una capa de polígonos enfrentada a otra, ya sea también de polígonos o de puntos. Resulta de

utilidad para comprobar que, por ejemplo, la capa de puntos correspondiente a las capitales de provincia se halla contenida en la capa superficial que representa los límites provinciales, o que el límite del núcleo urbano de una localidad se encuentra enmarcado dentro del perímetro total del municipio al que pertenece.

- 5) *No pueden existir elementos desconectados*: Aplicada siempre a capas de líneas, establece que todos los segmentos deben de estar conectados. Encuentra su máxima utilidad en el marco del análisis de redes y de la cartografía derivada del mismo, una red funcional debe de asegurar la conectividad de todos los arcos que la componen para ser operativa.
- 6) *Los elementos no pueden intersectar entre ellos*: También relacionada, como la anterior, con el análisis de redes y con las capas de líneas; esta regla impide que dos segmentos de una o varias capas se crucen en ningún vértice intermedio. Ejemplo de la misma se observa en la red ferroviaria al relacionarla con la red hidrológica, no es posible que en ningún punto interseque un río con la vía del ferrocarril, en todo caso debería existir un puente pero este sería modelado a través de distintos valores de altitud (valores Z) o se consideraría una excepción.

Debe de tenerse en cuenta que las reglas topológicas no son válidas para todos los objetos, el refranero popular afirma que siempre hay una excepción que confirma la regla y de igual forma sucede en este caso.

Habitualmente la búsqueda de excepciones y la codificación de las mismas en el sistema es un proceso complejo que se realiza de manera manual, ya se ha mencionado en otras ocasiones que la intervención del geógrafo en el proceso cartográfico es necesaria y en este caso se pone de manifiesto debido a que su conocimiento del territorio permite diferenciar los errores de topología de las excepciones (Vid. Figura 2-21) (Pfaff *et al.*, 2004).

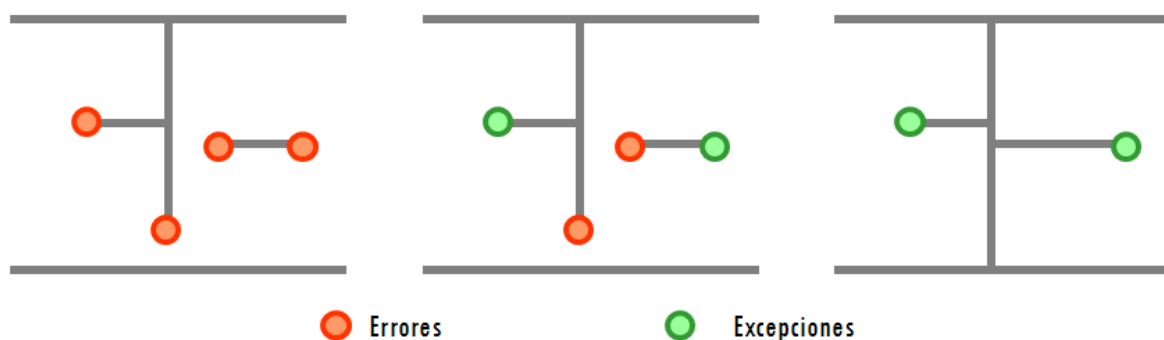


Figura 2-21: Ejemplo de errores y excepciones en la aplicación de la regla topológica del tipo “No puede haber elementos desconectados”. Elaboración propia.

A la izquierda se observa una capa lineal que representa un callejero, en ella tres objetos están desconectados por lo que cuatro nodos son marcados como error topológico. En el centro se han marcado como excepción aquellos nodos que corresponden con calles sin salida. A la derecha se han corregido los errores dejando tan solo las excepciones.

2.4.2.1.4. La generalización cartográfica

Ya se ha mencionado con anterioridad que un proyecto de cartografía debe asentarse sobre una base espacial y que no siempre se dispone de los recursos necesarios para crearla *ex-novo* por lo que se acude a bases creadas con finalidades genéricas o destinadas a otros proyectos.

Uno de los aspectos que no suele coincidir en objetivos entre la base a reutilizar y el proyecto vigente es la escala de visualización. Huelga mencionar que si la base posee un grado de detalle inferior a lo que el proyecto requiere deberá ser obligatoriamente reemplazada por otra, ya que resulta imposible afrontar, sin información adicional, la edición de una serie de capas con el objetivo de incrementar su precisión y evitar errores de lectura e interpretación por parte del lector del mapa temático resultante. Por otro lado la adecuación de la base a una escala menor, se presenta como una tarea abordable, pero no exenta de complejidad ya que la resolución de los conflictos derivados de la necesidad de modificar la escala de visualización se revela como una de las fases de edición que exige mayor dedicación de tiempo puesto que, entre otros aspectos, puede implicar un elevado grado de subjetividad.

El proceso de ajuste de una base cartográfica a una escala menor es conocido como **generalización** y se puede definir como *la secuencia de operaciones necesarias para reducir la información contenida en un mapa debido principalmente a un cambio de escala, pero también a la modificación del objetivo final del mapa, de la audiencia o a limitaciones técnicas* (Slocum *et al.*, 2005). También ha sido definida como *la conversión de una representación cartográfica a otra con menos resolución y menos contenido temático, tradicionalmente asociada a un cambio de escala* (Chrisman, 2002).

Los procesos de generalización han estado presentes a lo largo de la historia de la cartografía, con la diferencia de que la eliminación de elementos no significativos, la simplificación de límites o la resolución de conflictos eran tareas que se realizaban de forma manual, hecho que implicaba un consumo elevado de tiempo y sobre todo la asunción del elevado grado de subjetividad que caracterizaba el producto final.

La incorporación de la información geográfica en herramientas informáticas ha permitido hablar de **generalización digital** que se define como *el proceso de derivar desde una base madre un conjunto de información cartográfica digitalmente codificado a través de la aplicación de transformaciones espaciales y de sus atributos* (MacMaster y Shea, 1992).

Los objetivos de este proceso son reducir la cantidad, tipo y representación de la información cartografiada o contenida en la base, haciendo que esta sea consistente en relación con el propósito del mapa y con su audiencia futura, además de manteniendo la claridad en la información que queda seleccionada (MacMaster y Shea, 1992). Aunque debe señalarse que en las últimas décadas el desarrollo teórico de los procesos de generalización ha avanzado considerablemente gracias a autores como Robinson, Kilpeläinen, Brassel,

Weibel y especialmente McMaster y Shea (MacMaster y Shea, 1992; Weibel, 1995; Kilpeläinen, 1997; Brassel y Weibel, 1998; Robinson *et al.*, 2006), hay que en cuenta que la implementación y automatización en el entorno SIG no se ha conseguido en su totalidad y muchas de las ediciones que se requieren continúan siendo procesos en algunos casos manuales y siempre dependientes de las decisiones del geógrafo puesto que es un proceso que no responde siempre a la misma secuencia ordenada de pasos (Brassel y Weibel, 1998).

Las últimas tendencias apuntadas desde algunos de los foros más vanguardistas, tales como la *Comisión de Generalización y Representación múltiple* de la Asociación Internacional de Cartografía (En adelante ICA) apuestan por sistemas inteligentes que sean capaces de aplicar generalizaciones automáticas de cara a conseguir un resultado final objetivo. Para lograrlo se propone la introducción de una serie de reglas que el sistema debe cumplir y con las que se pretende evitar el sesgo introducido por el usuario, sin embargo, a fin de cuentas, la revisión final requiere necesariamente de una mirada experta en el territorio para comprobar que el ordenador, en su afán de objetividad, no devuelva resultados técnicamente perfectos pero alejados de la realidad representada (Generalization Commission Workshop, 2007).

La generalización es un proceso aplicable tanto a bases vectoriales como a bases *raster*, suponiendo una complejidad mayor el primer caso. Los procesos generalizadores sobre bases *raster* coinciden en su mayoría con cambios de resolución espacial (*Vid. Figura 2-20*), asunto ya mencionado en apartados anteriores. Sin embargo, es especialmente significativo señalar que este cambio de resolución de las células contables conlleva un cambio asimismo en la información temática asociada a las mismas (*Vid. Figura 2-22*). Los procesos de generalización descritos para las bases *raster* suelen estar intrínsecamente relacionados con la información que representan: filtros de paso alto o paso bajo, mascarar de gradientes, clasificaciones por vecindad, agregaciones por categorías... (McMaster y Monmonier, 1989)

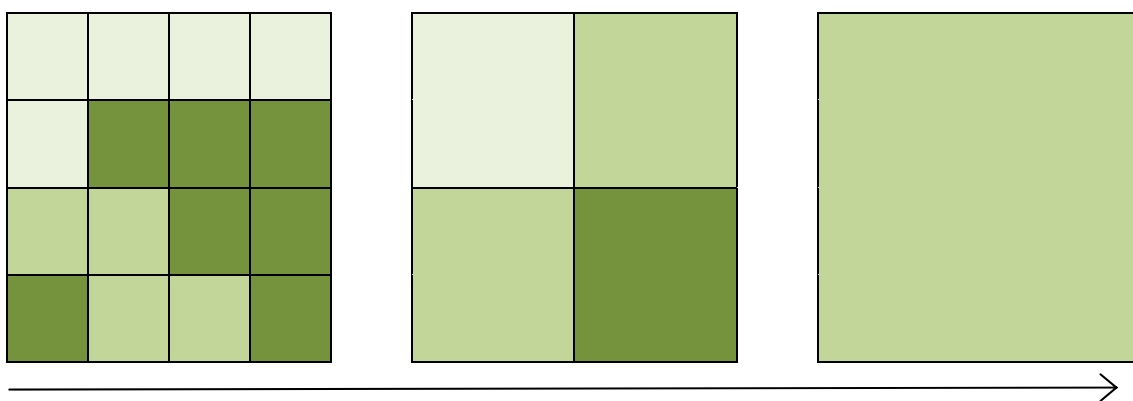


Figura 2-22: Filtro de paso bajo con el estadístico de media aritmética. Elaboración propia.

La generalización aplicada a bases vectoriales requiere estrategias más complejas y es por eso que se profundiza a continuación en las características del proceso así como en las operaciones y tareas necesarias para llevarla a cabo.

El proceso de generalización está dividido en tres grandes componentes, que responden a tres preguntas clave: Porqué generalizar, cuando hacerlo y cómo (Vid. Figura 2-23).

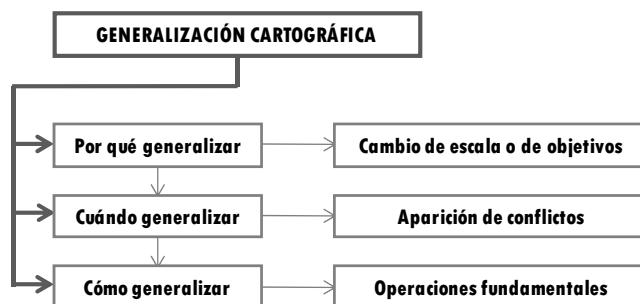


Figura 2-23: Componentes del modelo de generalización (McMaster y Shea, 1992).

Dicho modelo es el seguido en el marco de este trabajo, pero se ha procedido a desagregar cada uno de sus tres componentes en fases sucesivas (Vid. Figura 2-24)

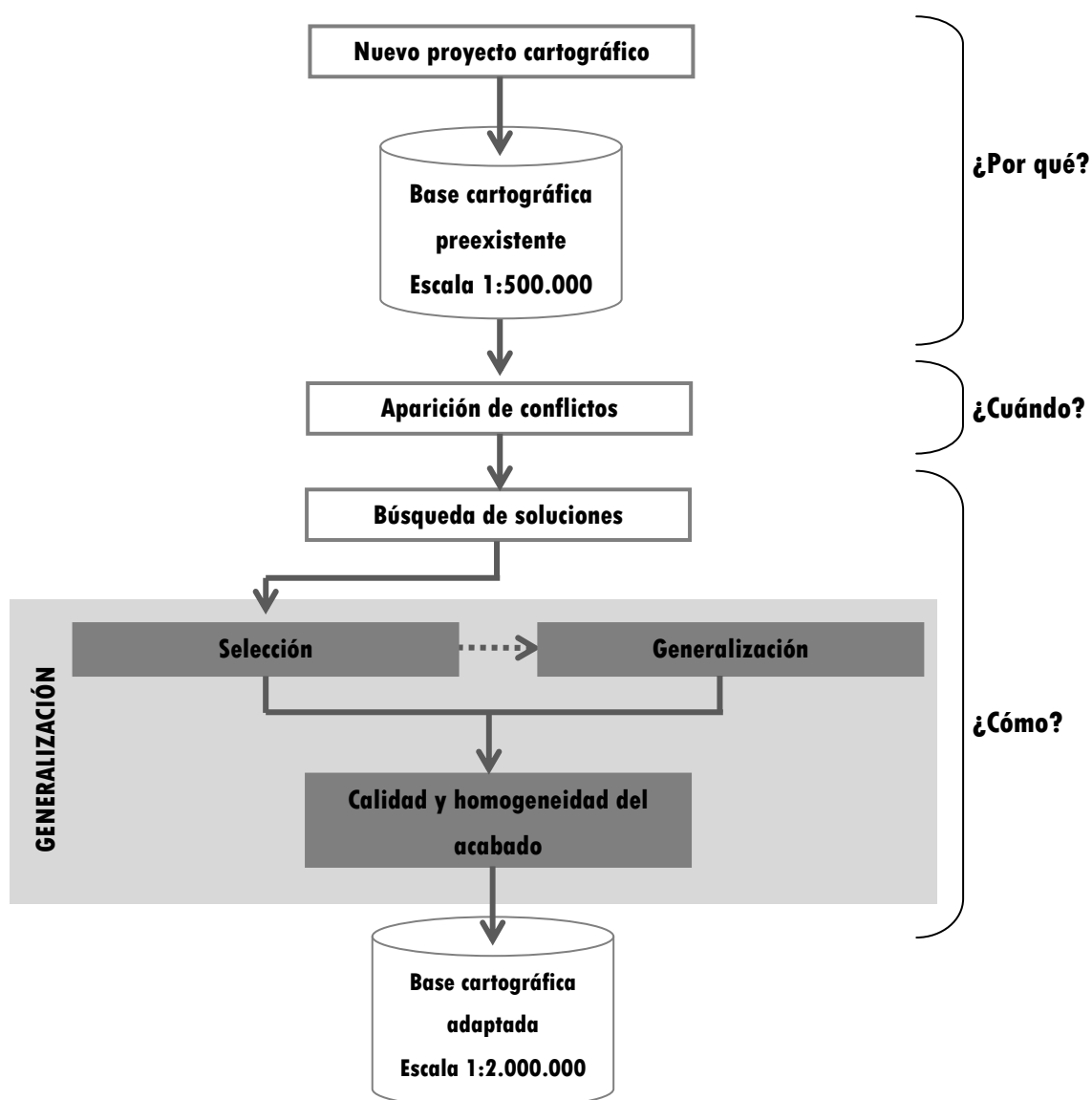


Figura 2-24: Proceso de generalización. Elaboración propia.

2.4.2.1.4.1 ¿Por qué generalizar?

Un nuevo proyecto cartográfico que emplee una base preexistente puede requerir un cambio de escala y con toda probabilidad tendrá propósitos diferentes a los del proyecto original. Es necesario generalizar una base espacial *porque* el cambio a una escala menor o una modificación de objetivos puede generar una visualización incorrecta de la cartografía. Las diferencias entre la escala origen y la final determinarán el grado de generalización que debe aplicarse.

La generalización se aplica porque es necesario reducir la complejidad de la base, manteniendo al mismo tiempo la precisión espacial y de los atributos, así como la calidad estética y la jerarquía lógica (McMaster y Shea, 1992; Slocum *et al.*, 2005).

2.4.2.1.4.2 ¿Cuándo generalizar?

Conviene generalizar una base cuando la proyección de la base espacial a la escala de visualización demandada por el proyecto genera conflictos, éstos pueden ser de diversa índole: Congestiones, fusiones, conflictos, complicaciones, inconsistencias o dificultades en la percepción (McMaster y Shea, 1992; Slocum *et al.*, 2005; Lo y Yeung, 2007):

- 1) *Congestión*: Una vez reducida la escala los objetos se comprimen en un espacio mucho menor, acumulándose de tal forma que no se visualizan correctamente. (Vid. Figura 2-25)

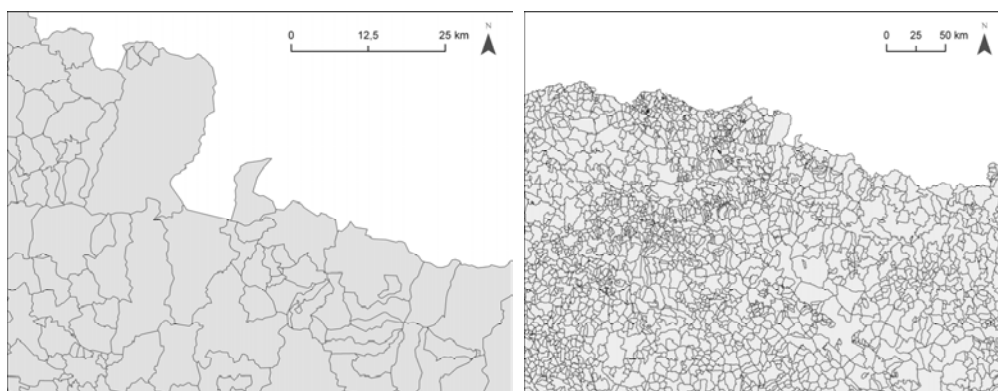


Figura 2-25: Ejemplo de congestión: costa cantábrica visualizada a dos escalas, la menor de las cuales presenta una congestión evidente en los perímetros municipales. Elaboración propia.

- 2) *Fusión*: La fusión se produce en las mismas circunstancias que la congestión pero refiere al hecho de que elementos que en origen se encontraban separados aparecen unidos, tan solo por el efecto del cambio de escala. (Vid. Figura 2-26).

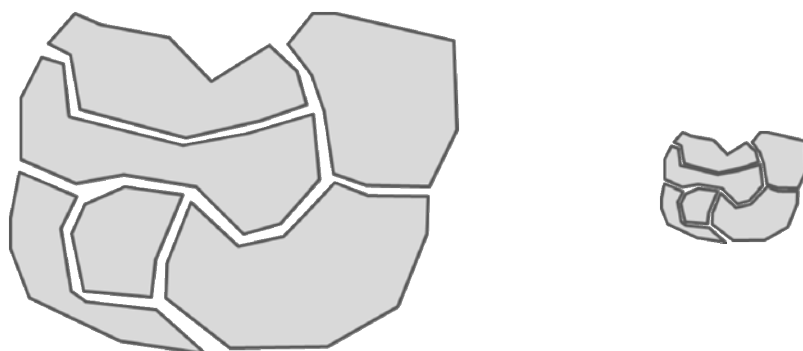


Figura 2-26: Ejemplo de fusión: algunos de los objetos geográficos aparecen unidos al descender la escala de visualización. Elaboración propia.

3) *Conflictos*: Los procesos de generalización deben tener en cuenta la importancia de mantener las relaciones topológicas, de forma que no aparezcan conflictos entre las capas que han sido generalizadas y el resto. Ejemplo de uno de los conflictos más comunes que surgen en el proceso aparece cuando la base cartográfica está compuesta por dos capas: una de superficies que representa los perímetros de las entidades administrativas y otra de puntos haciendo referencia a las capitales de dichas entidades. Normalmente la capa de puntos no requiere de un proceso de generalización, al contrario que la superficial que genera más problemas de visualización. En los casos concretos en los que las capitales se sitúen en zonas portuarias cercanas a la costa deberá comprobarse que al generalizar la capa poligonal, ninguno de los elementos puntuales queda fuera de la misma, o en caso de ser así, será necesario editar de nuevo la capa y corregirla. (Vid. Figura 2-27)

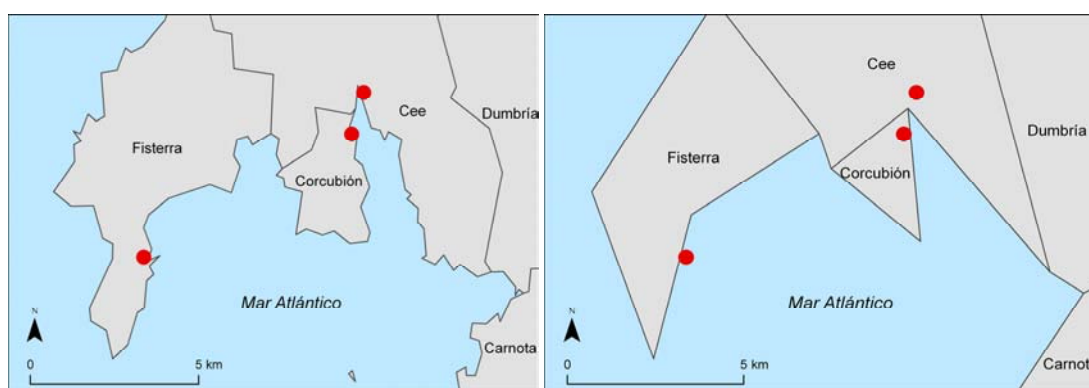


Figura 2-27: Ejemplo de conflictos surgidos en el proceso de generalización.

- 4) *Complicaciones*: Éstas resultan del empleo de información proveniente de fuentes diferentes, con diferente escala o con distinto nivel de tolerancia.
- 5) *Inconsistencias*: Refiere a un conjunto de decisiones acerca de la generalización que no han sido aplicadas de forma uniforme en toda la base espacial.

- 6) *Problemas en la percepción*: En este caso el tamaño de alguno de los objetos generalizados es inferior a la Unidad Mínima Cartografiable de la escala de destino.

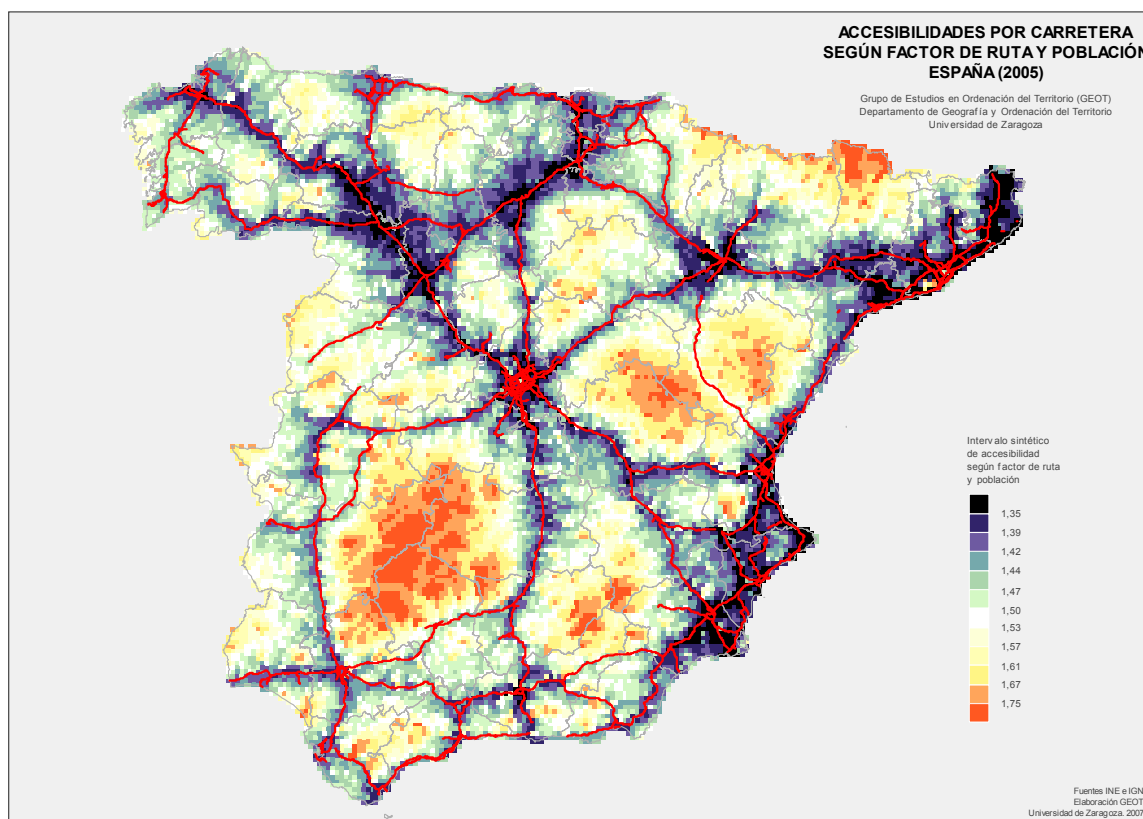
2.4.2.1.4.3 ¿Cómo generalizar?

Una vez identificados los conflictos derivados del cambio de escala la solución pasa por la edición de la base cartográfica. Aunque cada caso resulta diferente se pueden distinguir dos etapas principales: Selección y la propia Generalización en sí a las que puede añadirse una tercera en la que se proceda a controlar y mejorar la calidad del proceso (Robinson *et al.*, 2006).

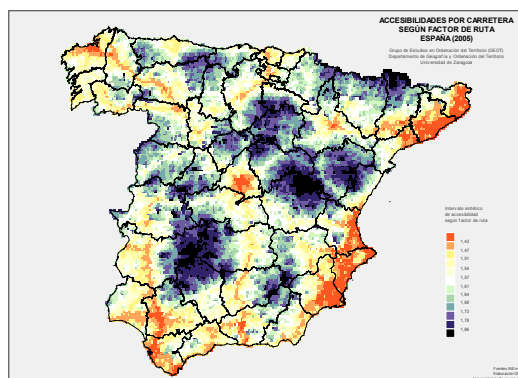
Debe aceptarse el hecho de que no toda la información de que se dispone debe de ser representada en el mapa y que ésta es una de las causas de la visualización incorrecta de la base sobre todo en relación con problemas como la congestión o la fusión de elementos. La **Selección**, entendida como el proceso intelectual a través del cual se decide qué objetos sirven al propósito del mapa (Dent, 1999; Robinson *et al.*, 2006), es la primera de las etapas del proceso generalizador. Es evidente que una selección adecuada viene necesariamente de la mano de la claridad con la que el geógrafo determina los elementos fundamentales para la correcta transmisión del mensaje.

La selección puede estar ligada a dos aspectos: por un lado a la *selección de capas* que se presentan en un solo mapa, y por otro a la *selección de los elementos* que configuran cada una de las capas y de los que puede prescindirse. No debe de perderse de vista que el enfoque desde el que se está planteando todo el proceso cartográfico es el dado desde los objetivos que se persiguen en cartografía temática, donde en ocasiones la capacidad contextualizadora de la base espacial adquiere preponderancia sobre su precisión milimétrica.

En cualquier caso, y entrando en más detalle en relación con la selección de capas, se puede afirmar que en una representación de la accesibilidad por células contables (Pueyo Campos, 1993) de 5 por 5 kilómetros de lado a escala 1:7.000.000 puede ser significativa la inclusión de informaciones adicionales tales como la red viaria principal o la localización de las capitales provinciales. Sin embargo al reducir la escala hasta 1:11.000.000 es probable que la opción más adecuada sea la de presentar tan solo los datos de accesibilidad prescindiendo de material adicional a favor de una mejor visibilidad de la variable. (*Vid. Mapa 2-2 y Mapa 2-3*) Es cierto que la red viaria aporta una información adicional importante que ayuda a completar y entender el mensaje transmitido, pero es igualmente cierto que el hecho de mantener la red viaria en representaciones a escala menor invalidaría por completo el mapa, ayudando más a la confusión que a la legibilidad.



Mapa 2-2: Accesibilidad por carretera según factor de ruta y población, año 2005. Fuente: GEOT. Escala 1:7.000.000



Mapa 2-3: Accesibilidad por carretera según factor de ruta, año 2005. Fuente: GEOT. Escala 1:11.000.000

La selección relacionada con los elementos que configuran una capa, por ejemplo cada uno de los tramos que conforman las carreteras o de los polígonos que representan las zonas urbanas, es un área de trabajo más compleja puesto que no consiste simplemente en decidir adecuadamente que capas deben representarse y cuáles no, sino que deben establecerse los criterios acertados de visualización para posteriormente realizar una búsqueda de los elementos que no los cumplan y eliminarlos de la capa (Slocum *et al.*, 2005). Puesto que en este caso se trata de acciones de edición propiamente dicha quedan incluidas dentro del ámbito de trabajo de la fase de generalización propiamente dicha, que será explicada a continuación.

Una vez seleccionadas las capas de la base cartográfica que van a ser presentadas en el mapa final se abren dos posibles vías (Vid. Figura 2-24):

- 1) Que el grado de detalle de la base y la selección realizada sean suficientes para conseguir una visualización correcta en la escala establecida.
- 2) Que el cambio de escala siga generando problemas de visualización.

En el primer caso, se debería pasar a la etapa de control de calidad, armonización y mejora estética, en la que se profundizará más adelante, y en el segundo caso será conveniente definir los conflictos de visualización que se presentan y buscar las acciones de edición que consigan solventarlos.

Se entra de esta forma en la etapa correspondiente a la **generalización** propiamente dicha, el proceso de búsqueda de la reducción de la complejidad de la base que está compuesto por diversas tareas dependiendo de los conflictos que deban ser solucionados y de los requerimientos del proyecto.

El *¿Cómo* generalizar? se materializa a través de una serie de **operaciones fundamentales** que son las tareas, mencionadas en el párrafo anterior, que efectivamente editan y modifican la base espacial. Su agrupación es recogida de diversas formas en la bibliografía asociándolas en base a si modifican la geometría de los objetos o si afectan a los atributos (McMaster y Shea, 1992; Longley *et al.*, 2001), según el nivel de generalización (Bernhardsen, 2002) o dependiendo de los elementos geométricos sobre los que se aplican (Puntos, líneas o áreas) (Li, 2007). En el marco de esta tesis doctoral se ha optado por agrupar las operaciones fundamentales de acuerdo a la naturaleza de las modificaciones que se produzcan en la base cartográfica, de modo que pueden tener un carácter *estructural* o *simbólico*.

Las modificaciones **estructurales** tienen las siguientes características (Vid. Figura 2-28):

- El objetivo principal consiste en gestionar la información de tal forma que, manteniendo el máximo posible de la información espacial, reduzca el grado de detalle presentado.
- La edición afecta a la estructura básica de digitalización de cada uno de los elementos, es decir, se edita a nivel de arcos y nodos.
- La edición no produce elementos geométricos diferentes.
- El resultado del proceso es una base en la que se ha reducido la complejidad de la misma de forma que la cantidad de información representada es menor, la estructura básica de digitalización está compuesta por un número inferior de nodos.
- El resultado final no pierde exactitud de localización.
- La aplicación es global, aplicándose siempre a la totalidad de la capa.

Por otro lado las modificaciones *simbólicas* se caracterizan por: (Vid. Figura 2-28)

- El objetivo principal es conseguir una visualización óptima, priorizando este aspecto sobre la precisión espacial.
- El proceso puede generar una capa de elementos geométricos diferentes.
- La edición no tiene porqué afectar a la estructura básica de digitalización de cada uno de los elementos.
- La aplicación del proceso puede ser global o local, aplicándose tan solo a objetos concretos.
- Se utilizan recursos simbólicos para lograr una visualización correcta.

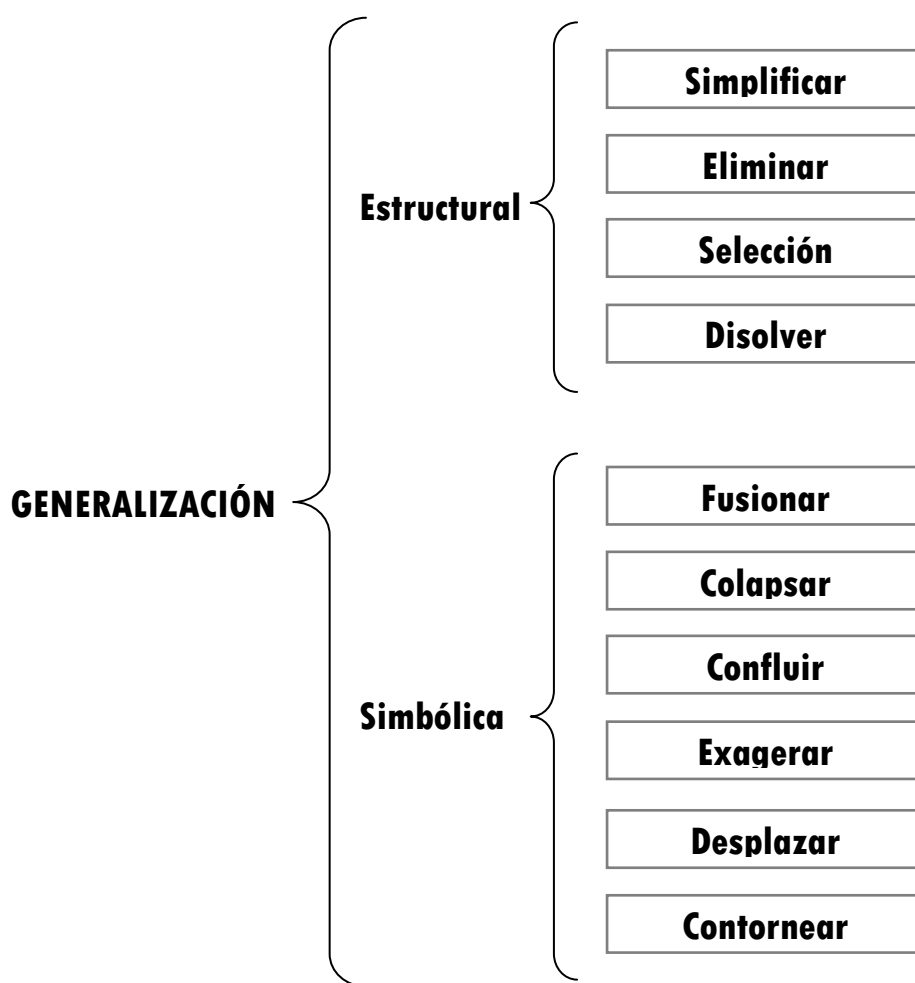


Figura 2-28: Operaciones fundamentales de la generalización agrupadas según su naturaleza. Elaboración propia.

Cada operación describe una acción concreta a realizar en el marco del proceso, y se denomina con el verbo que la describe. La elección de las operaciones que van a intervenir en el proceso está condicionada por una serie de factores entre los que destacan (Lo y Yeung, 2007):

- Los objetivos del proyecto
- La magnitud del cambio de escala acaecido

- La disponibilidad de tiempo
- La naturaleza de los datos
- Los requerimientos del usuario final
- El entorno SIG a utilizar, el programa concreto
- El conocimiento previo del territorio representado por parte del geógrafo

La descripción más empleada de las operaciones fundamentales de generalización es la presentada por McMaster y Shea en 1992, momento a partir del cual han sido recogidas en gran parte de la bibliografía referida a cartografía y Sistemas de Información Geográfica (McMaster y Shea, 1992). A continuación se va a proceder a una revisión detallada de cada una de las operaciones tal y como se entienden en el marco de esta tesis doctoral. Serán definidas partiendo de la descripción de la acción concreta que realiza, y se especifican aspectos de los tipos de geometrías sobre las que puede aplicarse ya sean puntos, líneas o superficies; además de su ámbito de acción.

Operaciones de generalización estructural

A) SIMPLIFICAR (*Vid. Figura 2-29*)

La simplificación es la operación que por excelencia caracteriza los procesos de generalización, consiste en reducir de forma selectiva el número de nodos necesarios para la representación de un objeto (Slocum *et al.*, 2005). La simplificación tiene un doble objetivo: por un lado reducir la cantidad de información para hacer que el mapa sea legible y por otro retener lo máximo posible de la geometría de la figura, mantener las características esenciales eliminando el número máximo de nodos que la forman (Robinson *et al.*, 2006), en definitiva reducir cada elemento a su forma más breve y sencilla.

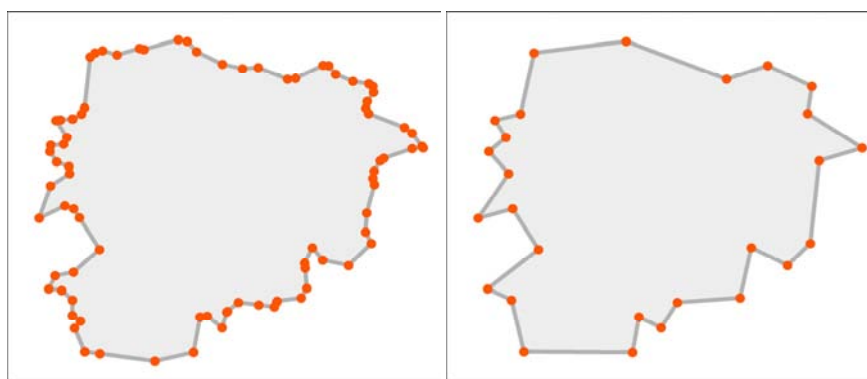


Figura 2-29: Operación simplificar. El contorno del objeto representado (izquierda) está constituido por 108 nodos, su simplificación permite una representación del mismo objeto, (derecha), que mantiene las características morfológicas principales pero formado tan solo por 28 pares de coordenadas. Elaboración propia.

Cuanto mayor es la diferencia entre la escala original y la escala modificada menos grado de detalle puede conservarse en el mapa. Resulta obvio que solo es posible simplificar aquellos elementos que estén compuestos al menos de tres nodos, de forma que la simplificación es posible aplicarla tanto a capas lineales como a poligonales, si bien es cierto

que esta operación adquiere mayor complejidad en algunas circunstancias concretas. Es el ejemplo de los objetos que están interconectados entre sí, aquellos cuyas relaciones topológicas deben mantenerse por lo que la revisión de los resultados de la simplificación es obligada.

Las operaciones de simplificación se aplican a todos los elementos de una misma capa, de cara a conseguir una homogeneidad y consistencia en la representación.

B) ELIMINAR (Vid. Figura 2-30)

Esta operación está intrínsecamente relacionada con el concepto de *Unidad Mínima Cartografiable* (En adelante UMC) que hace referencia a las dimensiones perceptuales mínimas que debe tener un objeto para que pueda ser correctamente apreciado en un mapa a una escala determinada. Uno de los objetivos de la generalización es lograr la legibilidad de la cartografía, de forma que una vez determinada la UMC a la escala de presentación aquellos elementos que cuyas dimensiones sean inferiores a la misma deberán ser eliminados de la base cartográfica, y en ello consiste ésta operación (Longley *et al.*, 2001; Lo y Yeung, 2007). Es evidente que se divide en tres fases: establecer la UMC, seleccionar los elementos que no cumplen los requisitos y eliminarlos.

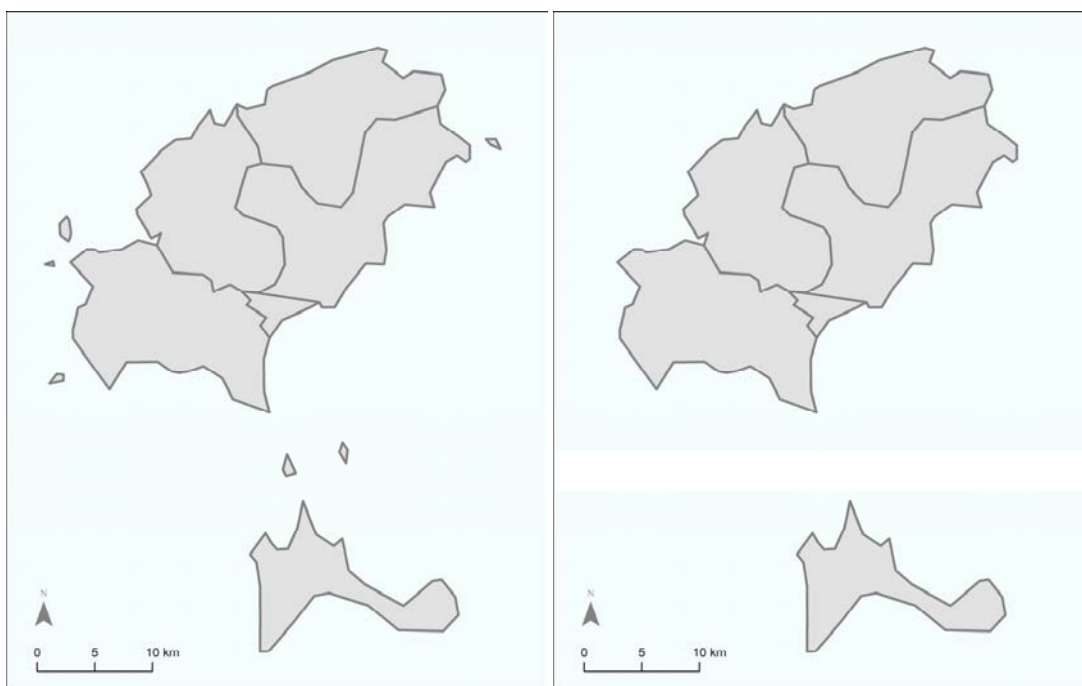


Figura 2-30: Operación eliminar. La base cartográfica de las islas de Ibiza y Formentera preparada para su utilización a escala 1:1.000.000 incluye algunas de las pequeñas islas existentes alrededor de las mismas, (Izquierda) pero su reescalado aconseja la eliminación de aquellas islas cuya superficie sea inferior a 5 km² que es considerada la UMC. (Derecha).

Elaboración propia.

La operación se puede realizar sobre capas lineales, cuya UMC se determina en unidades de longitud, o sobre capas superficiales con UMC medidas en superficie, sin embargo también podría aplicarse a elementos puntuales. En ese caso existe una diferencia y es que las

unidades de medida pueden corresponder con información temática. Poniendo como ejemplo la representación de cabeceras municipales, se puede decidir eliminar todas aquellas que no alcancen el umbral de 10.000 habitantes, considerado como límite del entorno urbano. Este caso difiere ligeramente de la concepción de la generalización basada en elementos estructurales puesto que los criterios en los que se fundamenta están relacionados con la información temática contenida. En cualquier caso, incluso con esta acepción temática la operación se engloba dentro del término “eliminar”.

Al igual que la simplificación, la eliminación de objetos se aplica, de forma global, a todos los elementos de una misma capa, utilizando el mismo criterio para todos ellos.

C) SELECCIÓN JERARQUIZADA (Vid. Figura 2-31)

La selección jerarquizada alude a la acción de elegir uno o varios elementos, porciones específicas de un objeto para representarlo en su totalidad (Slocum *et al.*, 2005; Reganault y McMaster, 2007). En definitiva corresponde con la reducción de un conjunto de elementos a una representación simplificada.

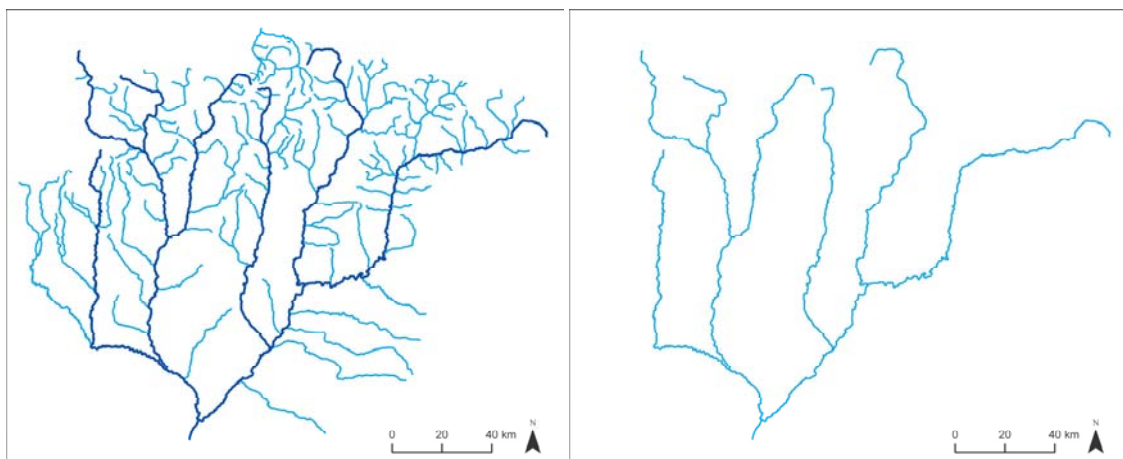


Figura 2-31: Operación selección jerarquizada. La representación a escala 1:1.000.000 de los ríos principales de la cuenca hidrográfica del Cinca exigiría incluir todos los elementos que aparecen en la figura de la izquierda, sin embargo una selección jerarquizada en base a la teoría de grafos permitiría la representación de los cauces a escala 1:5.000.000. Elaboración propia.

La complejidad de esta operación reside en elegir correctamente que elementos están dotados de la capacidad de representación suficiente para, por ellos mismos ser capaces de transmitir el objeto completo. De esta afirmación se deriva que los elementos que deben permanecer en el mapa, lo hacen porque en un esquema jerarquizado se encuentran en los niveles superiores. Diversas teorías se han revelado de gran utilidad de cara a su utilización ligada a la función de selección jerarquizada, y tal es el caso de la Teoría de Grafos, dado que la utilización de grafos ponderados posibilita la creación de estructuras que replican el comportamiento de los fenómenos geográficos. Esta ponderación resulta de utilidad para seleccionar los elementos de mayor importancia que, por lo tanto, deben de ser seleccionados y priorizados respecto al resto (Mackaness y Beard, 1993).

Esta función puede aplicarse a cualquier tipo de capa ya sea puntual, lineal o superficial pero resulta de especial utilidad en su aplicación a elementos lineales, en concreto a aquellos cuyo comportamiento se asemeja a una red.

Al igual que las operaciones anteriormente descritas la selección jerarquizada se aplica de forma homogénea a la totalidad de los elementos de una capa.

D) DISOLVER (Vid. Figura 2-32)

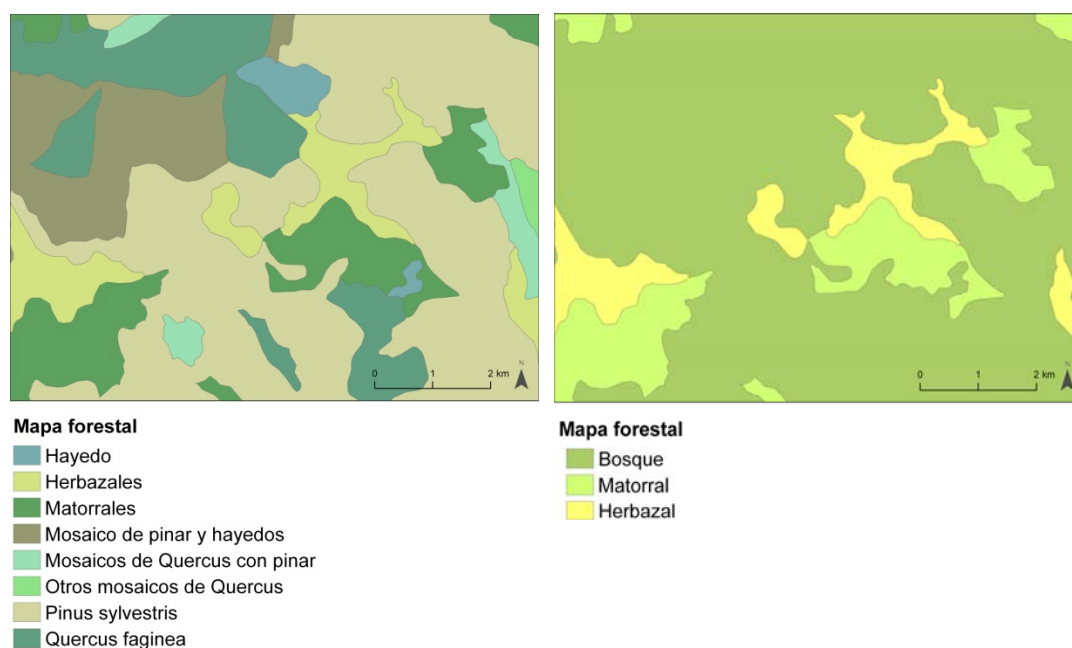


Figura 2-32: Operación dissolve. El ejemplo presentado en estas dos figuras refleja una disolución basada en contenido temático, de forma que una categorización exhaustiva de la vegetación del Pirineo Aragonés (izquierda) puede simplificarse gracias a una clasificación temática más general, permitiendo la legibilidad en escalas menores. (Derecha)

La disolución es una operación que fusiona diferentes elementos en uno solo en base a un criterio o una característica compartidos por ambos. También ha sido denominada Clasificación y puede estar fundamentada en distintos aspectos: la delimitación administrativa o la categorización temática (Mackaness y Beard, 1993).

Un ejemplo evidente se presenta con la distribución en países, que pueden ser agrupados según el continente al que pertenecen generando una capa nueva con un grado de generalización superior.

Aunque su utilización es posible en elementos puntuales y lineales, es especialmente común aplicada a capas poligonales, siempre de una forma global en el marco de la capa, es decir aplicada a todos los elementos.

Operaciones de generalización simbólica

A) FUSIONAR (Vid. Figura 2-33)

Esta operación actúa agrupando elementos poligonales individuales, contiguos o no, en un elemento mayor (Slocum *et al.*, 2005; Reganauld y McMaster, 2007); el objetivo es reducir a un solo elemento lo que anteriormente eran dos o más cuyas dimensiones no eran suficientes para su correcta visualización.

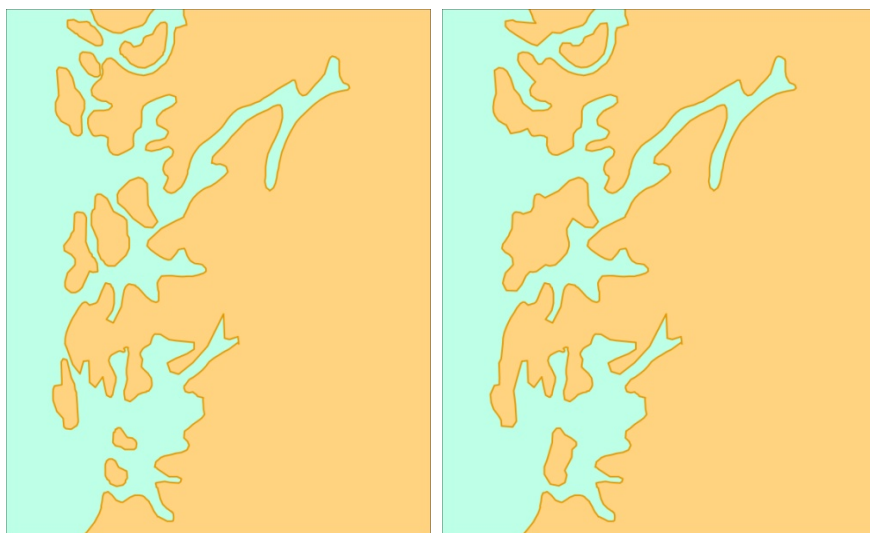


Figura 2-33: Operación fusionar. Los fiordos noruegos son uno de los ejemplos clásicos en los que es necesaria la generalización por fusión. La gran cantidad de islas que caracterizan la costa no pueden ser representadas con toda exactitud a pequeñas escalas de forma que se agrupan entre sí las más cercanas para mantener la sensación de complejidad territorial. Elaboración propia.

Dentro de esta función las opciones son diversas: normalmente en el marco de capas superficiales y con una acción local, se pueden fusionar polígonos que no sean contiguos, para lo que es necesario indicar cuál es la distancia máxima a la que pueden encontrarse. Por otra parte soluciona el problema de polígonos que aun sin alcanzar la UMC no pueden ser eliminados puesto que la capa superficial es contigua y su supresión generaría un error topológico grave.

Debido a que la generalización que se realiza a través de esta operación es de carácter simbólico el resultado no tiene porque ser completamente fiel a la realidad, tiene prioridad facilitar la lectura del mapa por parte del lector frente a una representación exacta del territorio.

B) COLAPSAR (Vid. Figura 2-34)

La operación de colapso implica un cambio a través del cual se sustituyen la geometría en origen superficial de un objeto por un símbolo puntual o lineal (Longley *et al.*, 2001). La acción de “colapsar” puede ser local o global, dependiendo de la reducción de escala aplicada.

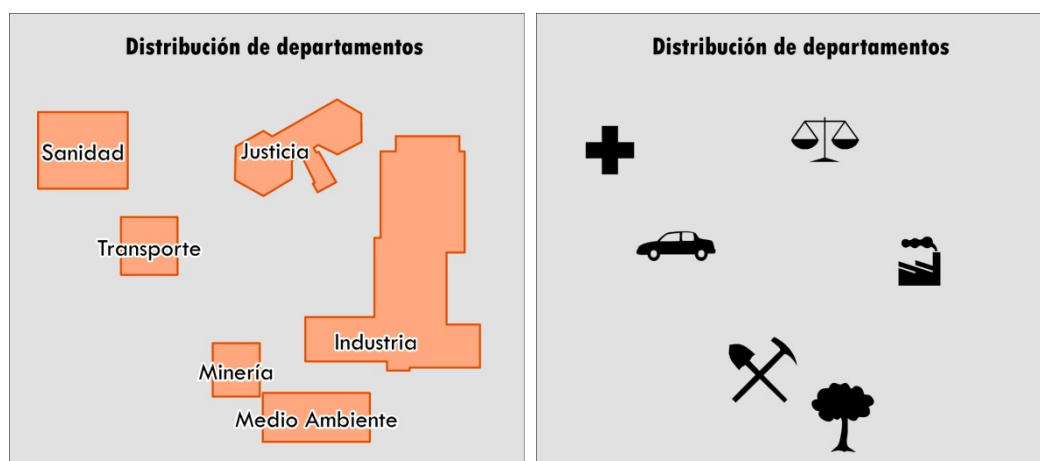


Figura 2-34: Operación colapsar. La representación mediante polígonos de los departamentos que constituyen una determinada institución pública (izquierda) podrían ser representados a través de símbolos puntuales que hagan referencia a la función de cada departamento (derecha).

En el caso concreto de colapso a elementos puntuales dado el carácter simbólico de esta transformación habitualmente se seleccionan figuras capaces de representar conceptualmente el objeto original. Uno de los aspectos a determinar en esta operación es la localización final del punto resultante. El principio general se decanta por la selección del centroide, entendiendo éste como la intersección de los ejes mayor y menor, sin embargo las figuras con perímetro irregular pueden generar centroides que no queden contenidos por el contorno, lo que puede no resultar correcto (Bernhardsen, 2002). Queda a elección del geógrafo buscar la solución adecuada a cada caso. En el colapso desde una capa de polígonos a una de líneas lo lógico es que la línea se localice en la bisectriz de la superficie, este podría ser el caso de un cauce fluvial representado mediante polígonos que queda reducido a una línea.

La denominación de esta función deriva directamente de la bibliografía anglosajona (McMaster y Shea, 1992; Longley *et al.*, 2001; Lo y Yeung, 2007; Reganauld y McMaster, 2007), dado el carácter figurado de la operación que implica la pérdida de un elemento y su conversión en otro de distinta naturaleza; se puede asimilar este término con la definición de colapso que ofrece la RAE: *Deformación o destrucción bruscas de un cuerpo por la acción de una fuerza.*

C) CONFLUIR: (Vid. Figura 2-35)

Haciendo referencia a la agrupación de objetos de naturaleza lineal, esta operación se ocupa de fusionar grupos de líneas en elementos nuevos, de hacer concurrir en un solo lugar diferentes elementos, en definitiva junta dos o más líneas entre sí, haciendo de ellas un todo (Lo y Yeung, 2007).

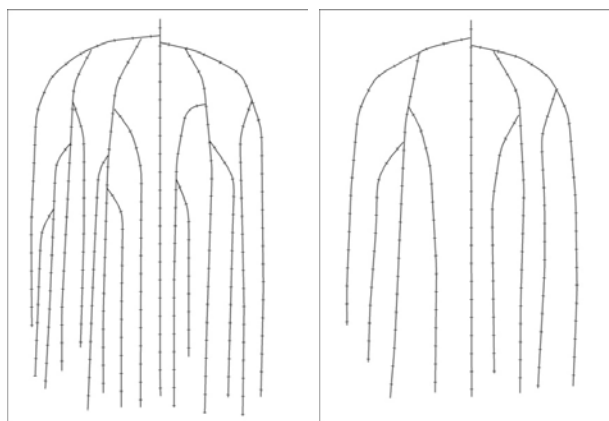


Figura 2-35: Operación confluir. Uno de los ejemplos más clarificadores de la función “confluir” es la representación de vías de ferrocarril, en ocasiones la complejidad de esta red puede ser tal que su traslación directa al mapa (izquierda) generaría más confusión que la utilización de una representación generalizada, que apoye la idea de la existencia de la red pero no exija exactitud en su visualización. Elaboración propia basado en (McMaster y Shea, 1992)

Puede ser considerada una forma de colapso puesto que se crean entidades nuevas ya sea localizadas en el punto medio en el que se encontraban los elementos originales o en el emplazamiento que gráficamente sea más adecuado de cara a conseguir una visualización correcta del mapa (Slocum *et al.*, 2005). La aplicación suele ser local, tan solo utilizada en áreas de especial complejidad.

Al igual que el resto de operaciones simbólicas el resultado de la confluencia genera capas que no se encuentran ligadas directamente con el territorio. Puesto que la representación tiene un carácter figurado se otorga prioridad al hecho de que el lector comprenda que en un determinado lugar existe una confluencia de líneas de carácter complejo frente a la representación estricta de la forma y localización cada una de esas líneas.

D) EXAGERAR (Vid. Figura 2-36)

La exageración, entendida como una operación generalizadora, hace referencia a la tarea de ampliar determinadas partes de un elemento, lineal o poligonal, para mantener la claridad de representación con la reducción de escala (Reganauld y McMaster, 2007).

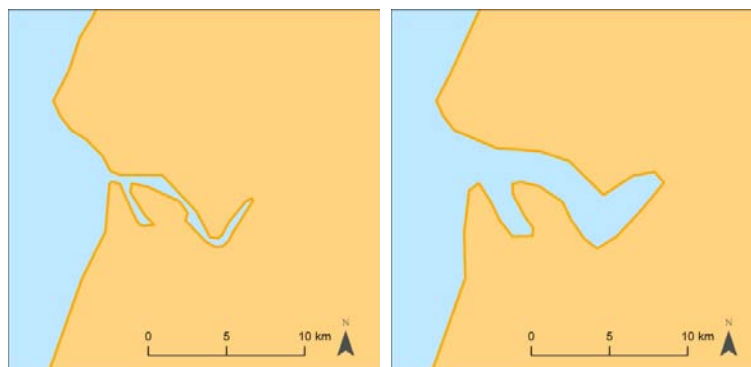


Figura 2-36: Operación exagerar. La bahía digitalizada con exactitud (Izquierda) no ofrece una visualización correcta a la escala representada, la aplicación de la función “exagerar” favorece la percepción de la misma. (Derecha). Elaboración propia.

Acostumbra a ser una operación que requiere la edición manual de los objetos, que pueden ser lineales o superficiales, y deja en manos del geógrafo la determinación del grado de exageración que es necesario dependiendo de la magnitud del cambio de escala.

Su aplicación no es obligada a toda una capa de forma global, tan solo a aquellas entidades sobre las que se considera necesario intervenir ya sea porque son elementos significativos, por problemas de fusión o la aparición de conflictos que impidan una visualización acertada. De nuevo la representación aparece en su vertiente simbólica, puesto que la exageración es uno de los casos más claros en los que se percibe que la visualización no refleja fielmente el territorio.

E) DESPLAZAR (Vid. Figura 2-37)

Literalmente definido por la RAE como *Mover o sacar a alguien o algo del lugar en el que está. Trasladarse, ir de un lugar a otro*. Esta definición es válida para explicar que la función “desplazar” implica el movimiento de un objeto de cara a optimizar su visualización, motivado por la cercanía excesiva a algún otro objeto de forma que una reducción de escala generase conflictos (McMaster y Shea, 1992; Longley *et al.*, 2001).

Es posible aplicarla tanto a objetos puntuales, lineales como superficiales y se recomienda su utilización local, es decir modificar tan solo aquellos elementos que realmente sea difícil percibir claramente a una determinada escala.

Los riesgos de un desplazamiento excesivo son evidentes: se incurre en incompatibilidades manifiestas con una representación exacta. Bien es cierto que una representación figurada del territorio puede ser aceptada en determinados casos pero un alejamiento desproporcionado puede invalidar la utilización de la cartografía.



Figura 2-37: Operación *desplazar*. En ocasiones los cauces hídricos y caminos discurren de forma prácticamente paralela (Izquierda) y su representación a escalas menores puede generar conflictos de superposición teórica por lo que conviene desplazar alguno de los dos elementos (Derecha). Elaboración propia basada en (Slocum *et al.*, 2005).

Es habitual la necesidad de desplazar algún elemento porque se superponga virtualmente con objetos de otra capa, de cara a evitar una edición equivocada una de las tareas que corresponde al geógrafo es establecer cuál de las capas posee una menor exactitud en su digitalización, siendo preferible modificar ésta para minimizar las imprecisiones globales de la cartografía (Nickerson y Freeman, 1986).

F) CONTORNEAR *(Vid. Figura 2-38)*

De alguna forma se puede entender que la operación “contornear” es la aplicación inversa de “colapsar” en el sentido en el que se produce un cambio de geometría: en el contorneo se pasa de entidades puntuales a superficiales y al contrario sucede en el colapso (McMaster y Shea, 1992).

Esta operación consiste en representar conjuntos de localizaciones puntuales mediante objetos poligonales que representen el contorno de los mismos. Uno de los problemas se genera a raíz de la necesidad de determinar la densidad mínima de puntos que tiene que existir para formar cada *cluster* y el límite del mismo que se va a utilizar (Reganault y McMaster, 2007). El acercamiento más común es crear una triangulación de Delaunay y usar las medidas de distancia entre los ejes para calcular la densidad y los límites (Jones *et al.*, 1995).

De forma generalizada esta operación deberá aplicarse de manera global a toda la base espacial, pero en ocasiones puede requerirse un empleo local.

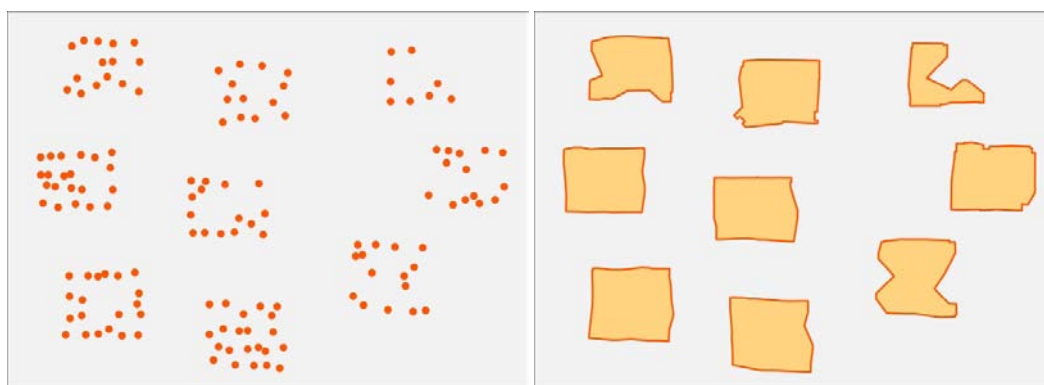


Figura 2-38: Operación contornear. La representación de edificios residenciales mediante puntos (Izquierda) puede pasar a ser una representación superficial de áreas urbanizadas mediante la operación “contornear” (Derecha).Elaboración propia.

Operaciones que garantizan la calidad y homogeneidad del resultado

Una vez realizado el proceso de generalización el siguiente paso es proceder a **comprobar la calidad y homogeneidad** del acabado (*Vid. Figura 2-24*), de forma que se asegure la coherencia en la representación, la conservación de la exactitud, el mantenimiento de las proporciones entre los diferentes elementos (Chrisman, 2002; Zanin y Trémélo, 2002), además de la apariencia estética de la capas resultantes.

Existen tres operaciones que en general han sido consideradas dentro del proceso de generalización pero cuyo objetivo es principalmente mejorar la impresión estética de la base cartográfica por lo que se incluyen en esta tercera fase: Alinear, suavizar y mejorar. Es importante asumir que cualquiera de estas tres operaciones supone una alteración significativa en la exactitud de representación de la base cartográfica, por lo que conviene aplicarlas tan solo en los casos que se considere oportuno.

A) ALINEAR: *(Vid. Figura 2-39)*

Los fenómenos geográficos no siempre se disponen en el territorio de la forma que el ojo humano considera estética, debe tenerse en cuenta que determinadas disposiciones pueden causar en el lector cierto desasosiego, y si la finalidad de la cartografía no exige precisión en la representación, dicha disposición puede ser modificada en aras de conseguir una mayor armonía (ESRI[®], 2004b).

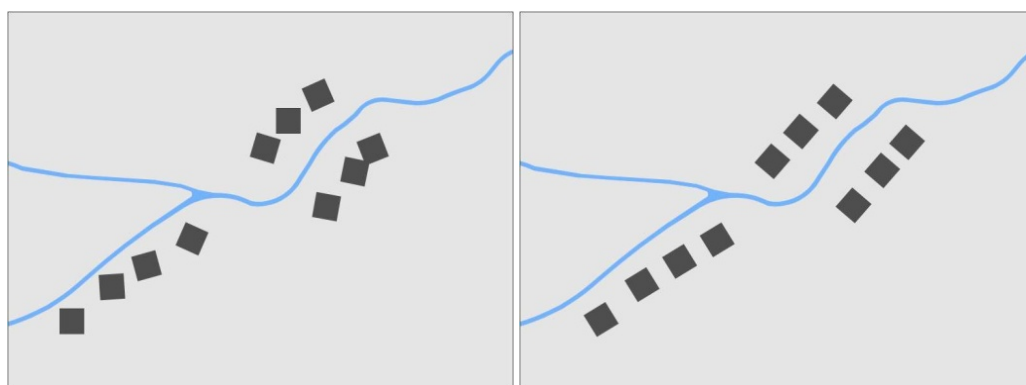


Figura 2-39: Operación alinear. La digitalización de una serie de edificios cercanos a un río (Izquierda) puede ser mejorada estéticamente al alinear dichos edificios respecto al cauce, aunque esta no sea su disposición en el territorio. (Derecha). Elaboración propia.

B) SUAVIZAR *(Vid. Figura 2-40)*

El suavizado refiere a la reducción de la angulosidad de las líneas o de los contornos de los polígonos. Esta operación desplaza los nodos o introduce pares de coordenadas nuevos para mejorar la apariencia estética del objeto, alisando así los salientes y capturando tan solo las tendencias más significativas de las líneas (McMaster y Shea, 1992). No debe caerse en el error de considerar que una línea suavizada supone una generalización, puesto que la reducción de angulosidad implica siempre la incorporación de nodos de forma que el elemento resultante es, en definitiva, más complejo.

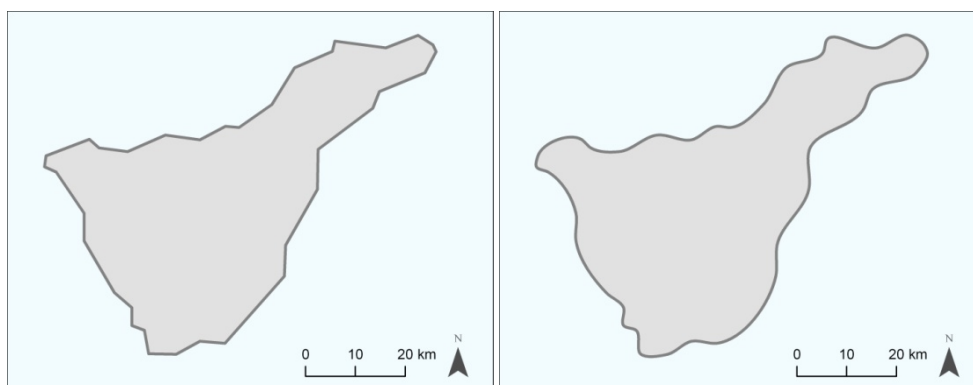


Figura 2-40: Operación suavizar. La isla de Santa Cruz de Tenerife, preparada para ser visualizada a una escala 1:7.000.000 (Izquierda) dependiendo de la digitalización o del proceso de simplificado presenta cierta angulosidad, cuyo suavizado (Derecha) permite su mejora estética. Elaboración propia.

C) MEJORAR (Vid. Figura 2-41)

Esta operación corresponde con el término *enhancement* inglés, y hace alusión al intento de hacer más efectiva la representación, implica un cambio en la simbolización para enfatizar la importancia de un elemento en particular, en definitiva se altera y ajusta la geometría del objeto o su apariencia para mejorar la estética final del mapa (McMaster y Shea, 1992; Longley *et al.*, 2001; Slocum *et al.*, 2005; Lo y Yeung, 2007).

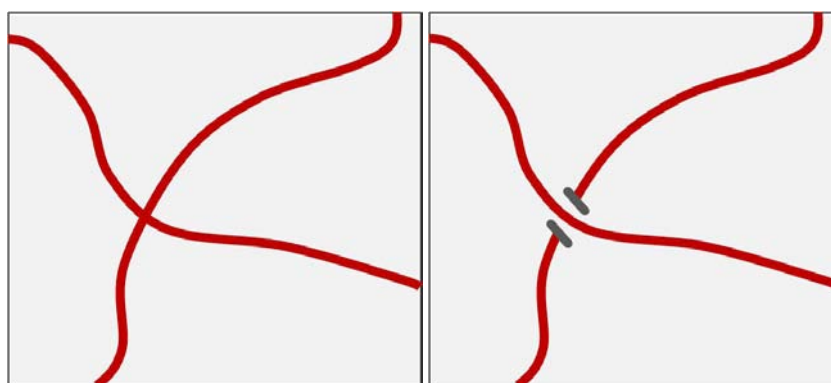


Figura 2-41: Operación mejorar. La digitalización directa de un cruce de caminos (Izquierda) no genera la idea de la existencia de un puente, hecho que puede mejorarse simbolizando el mismo (Derecha). Elaboración propia basada en (McMaster y Shea, 1992)

Resulta evidente que otro de los procesos que no pueden ser eludidos en esta fase es el **análisis y reconstrucción de la topología**, tal y como han sido descritos con anterioridad. El proceso de generalización en ocasiones supone una modificación de la geometría de los elementos, por lo que las relaciones topológicas pueden verse afectadas.

Una vez realizado el control de calidad y comprobado que la base cartográfica generalizada corresponde a los objetivos propuestos se puede comenzar a trabajar con ella, sin embargo resulta conveniente que toda base que ha sido generalizada incluya un registro de los procesos que se le han aplicado, los parámetros utilizados, la escala original y la escala para la que ha sido preparada. Esta información adicional, que puede ser incluida en los

metadatos, es decir en la información sobre los datos, resultará de vital importancia en caso de utilización de la base en proyectos diferentes o con otros objetivos.

Desde los años mediados de los años 70 se ha ido desarrollando el cuerpo teórico del proceso de generalización y del trabajo con escalas múltiples; al mismo tiempo se han ido buscando las formas en las que este podía ser llevado a cabo. Una de las propuestas más eficaces ha sido la utilización de MRDBs, en los términos en los que han sido explicadas previamente (Vid. Figura 2-15). A la hora de trabajar en la generalización en el marco de una MRDB debe reconocerse siempre una base cartográfica maestra que es denominada *Digital Landscape Model* (DLM) (Kilpeläinen, 1997). Ésta será aquella cuya visualización sea óptima a la mayor escala y el grado de detalle será el máximo posible. Las bases cartográficas que se deriven de la generalización de la DLM son denominadas *Digital Cartographic Model* (DCM) y son generadas para su adaptación a escalas más reducidas (Kilpeläinen, 1997; Slocum *et al.*, 2005; Reganault y McMaster, 2007).

No obstante, en la actualidad algunas de las ventajosas características descritas para las MRDB, tales como la actualización automática, no es posible implementarlas en sistemas reales SIG (Brassel y Weibel, 1998), pero lo cierto es que, tal y como sucede en todas las ciencias, cada vez más la práctica va ganando terreno para acercarse a los conceptos teóricos presentados previamente.

No se consideraría cerrado este apartado que trata sobre los procesos de generalización sin presentar un ejemplo desarrollado, el contorno del municipio de Zaragoza presenta la complejidad suficiente para exponer el resultado de la adaptación a tres fases sucesivas de generalización. (Vid. Figura 2-42 y Figura 2-43) La que podría considerarse como base maestra tiene una escala óptima de visualización de 1:600.000 (Vid. Figura 2-42a). A esta escala el perímetro zaragozano se conforma con 308 pares de coordenadas y la definición es la suficiente como para percibir toda la complejidad de entrantes y salientes.

El primer cambio de escala sitúa la base en 1:1.000.000 (Vid. Figura 2-42b) de forma que gran parte del detalle contenido anteriormente debe desaparecer, se aplica la operación simplificar de forma que en esta ocasión el contorno del polígono queda definido tan solo por 99 nodos. Las formas comienzan a resultar más angulosas pero los salientes y entrantes continúan en la representación.

La segunda reducción de escala alcanza 1:2.000.000 (Vid. Figura 2-42c), y el perímetro municipal se compone por 66 puntos. Conviene destacar que ya en esta escala los salientes quedan definidos por tan solo un nodo, lo que produce formas triangulares en cierto modo antiestéticas. Debe observarse también que la representación del anexo se ve reducida al número mínimo de pares de coordenadas necesarias para formar un polígono (3), lo que indica que en siguientes reducciones de escala será conveniente establecer medidas al respecto.

Por último la escala menor a la que se generaliza la base es 1:3.000.000 (*Vid. Figura 2-42d*). La simplificación es ya muy evidente puesto que tan solo 34 nodos constituyen el perímetro zaragozano. Ha sido necesario también aplicar operaciones como “*exagerar*” para evitar problemas de congestión en la parte inferior del municipio, así como “*eliminar*” los elementos que se encontraban por debajo de la UMC para esta escala como es el anexo. A continuación se presenta, manteniendo una escala constante de 1:600.000, la forma del perímetro municipal en las cuatro fases (*Vid. Figura 2-43*).

2.4.2.2. La información temática: las variables reales

Una vez expuesta la fase en la que se selecciona, analiza y edita la base espacial es momento de pasar a la etapa equivalente respecto al segundo de los componentes de la cartografía: la información temática. Tras la obtención de los datos, éstos deberán ser analizados formalmente antes de proceder a su tratamiento y edición de manera que puedan ser finalmente incorporados a una estructura digital que permita su enlace con la base cartográfica. Acerca de este fase del proceso se detallan tan solo aquellos aspectos imprescindibles para su comprensión en el marco de este trabajo.

La primera de las tareas corresponde a la selección de la información que va a ser representada, el emisor debe tener claro qué contenido quiere transmitir, sus **características**, tales como la desagregación a utilizar o el momento temporal en el que está recogido, y los **condicionantes** del mismo, determinados principalmente por las fuentes de información utilizadas.

A este respecto conviene aclarar la utilización de la palabra *fuentes* puesto que en el marco de esta tesis doctoral se utiliza con dos significados diferentes (Pueyo Campos, 1993):

- La fuente como emisor, como la persona o grupo que desea transmitir una información cartográfica, generalmente el geógrafo.
- Fuente de información: hace referencia a los proveedores de datos, a las entidades, procesos o métodos que permiten extraer los atributos del territorio.

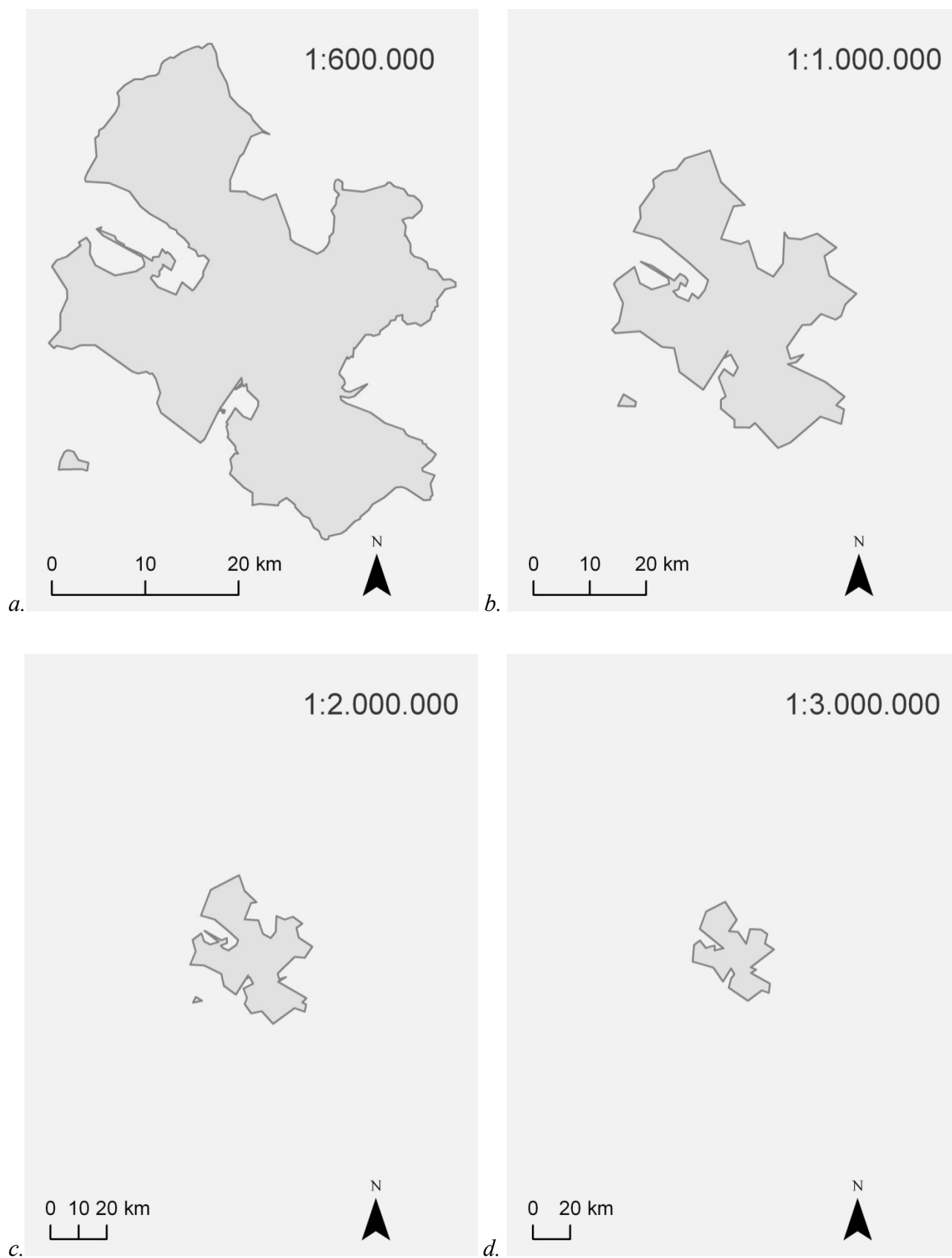


Figura 2-42: Aplicación de un proceso de generalización sucesiva en cuatro escalas, sobre la superficie municipal de Zaragoza. La representación se realiza a escala. Elaboración propia.

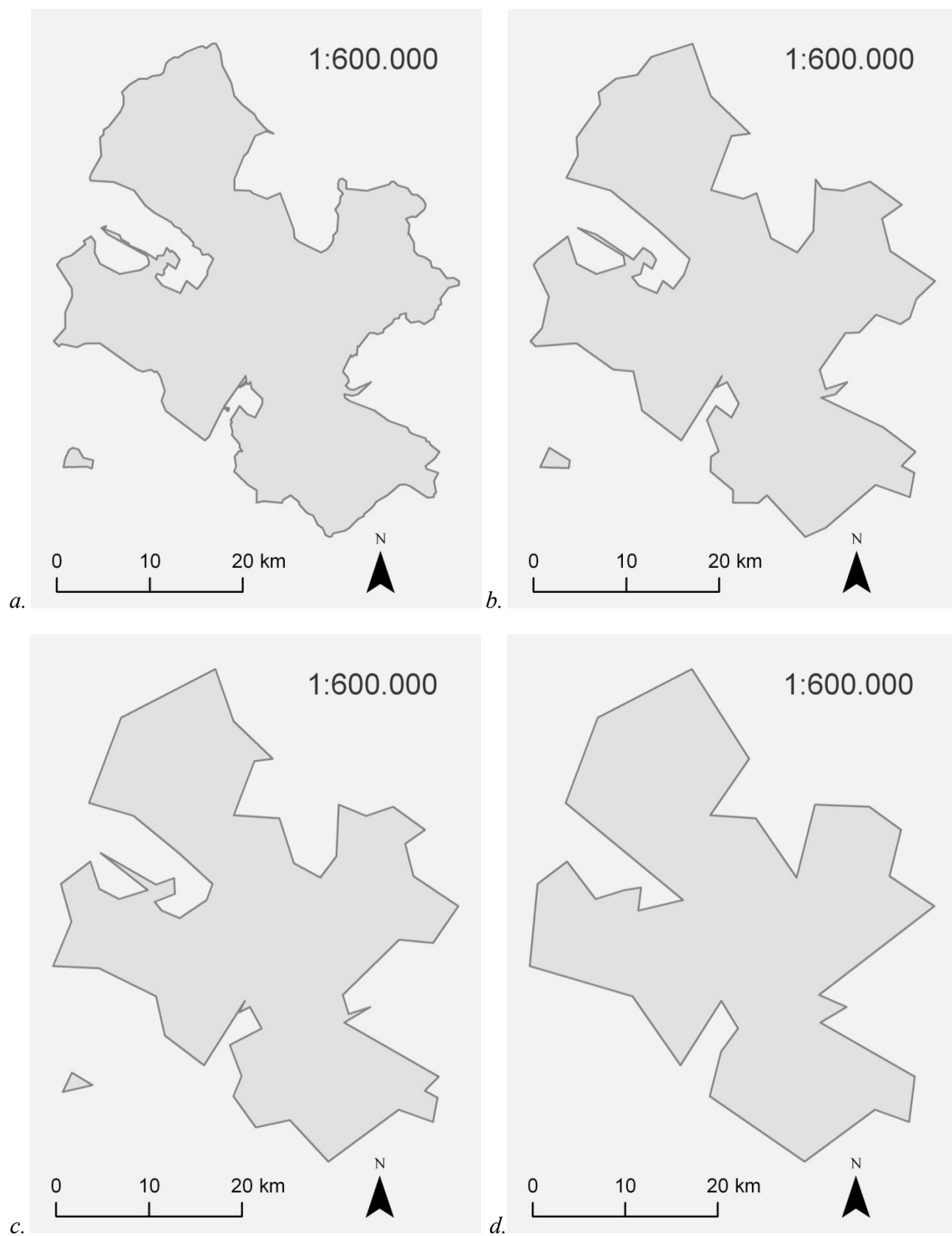


Figura 2-43: Aplicación de un proceso de generalización sucesiva en cuatro escalas, sobre la superficie municipal de Zaragoza. La representación mantiene la escala en 1:600.000 para percibir las diferencias entre las diferentes generalizaciones. Elaboración propia.

2.4.2.2.1. Tipología de variables reales

La información a representar corresponde con lo que, en términos cartográficos, se denomina **variable real**, es decir con la esencia del mensaje que va a ser emitido, con el contenido temático cuya espacialización se presenta sobre el mapa base. Son los atributos que tienen los fenómenos geográficos: de un árbol podría ser su especie, su altura, su diámetro, su tipo de hojas...

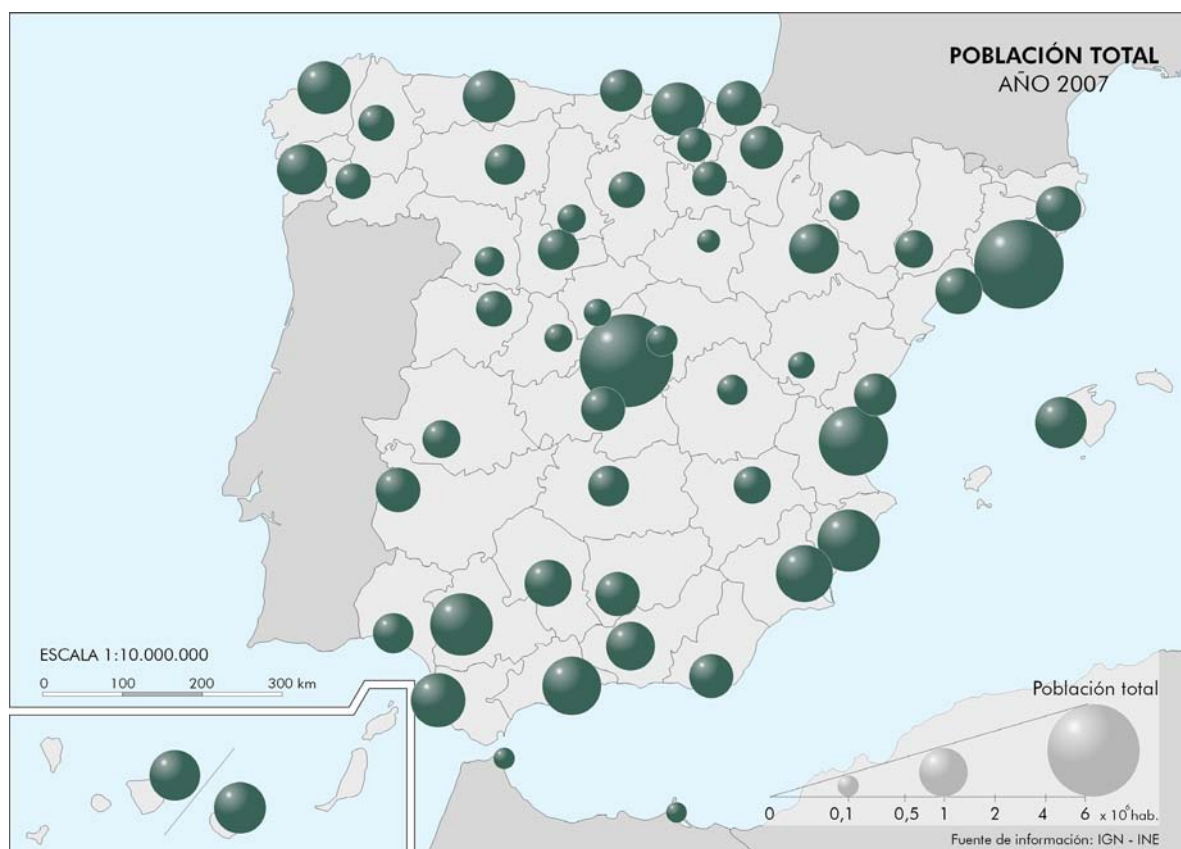
Se puede afirmar que las variables reales pueden caracterizarse a partir de su naturaleza, definiéndolas como fundamentales o derivadas:

- **Fundamental:** La información es obtenida directamente del territorio (Gutierrez Puebla y Gould, 2000; Robinson *et al.*, 2006; Cauvin *et al.*, 2007a), no requiere una transformación posterior. Aunque pueden ser cualitativas o cuantitativas si pertenecen a esta última categoría normalmente se expresan en cartografía como datos absolutos. Ejemplos de variables fundamentales son la población total, la cantidad de precipitación, la especie vegetal, caudal de un cauce... (Vid. Mapa 2-4)
- **Derivada:** Los datos derivados son el producto de operaciones aritméticas intermedias realizadas entre dos o más variables fundamentales (Bosque Sendra y Moreno Jiménez, 1994; Cauvin *et al.*, 2007a) por lo que su construcción requiere la adquisición previa de las mismas. Refiere a una variable fundamental cuantificada o cualificada que ha sido manipulada para dotarla de una nueva significación (Cauvin *et al.*, 2007a). En cartografía pueden representarse como datos absolutos o relativos. El ejemplo más representativo es la densidad de población, que requiere la participación de las variables fundamentales Población Total y Superficie, pero entran en este apartado otros como Tasa de Natalidad, Tasa de Paro, Índice de Desarrollo Humano, el cálculo de la Evapotranspiración Potencial... (Vid. Mapa 2-5)

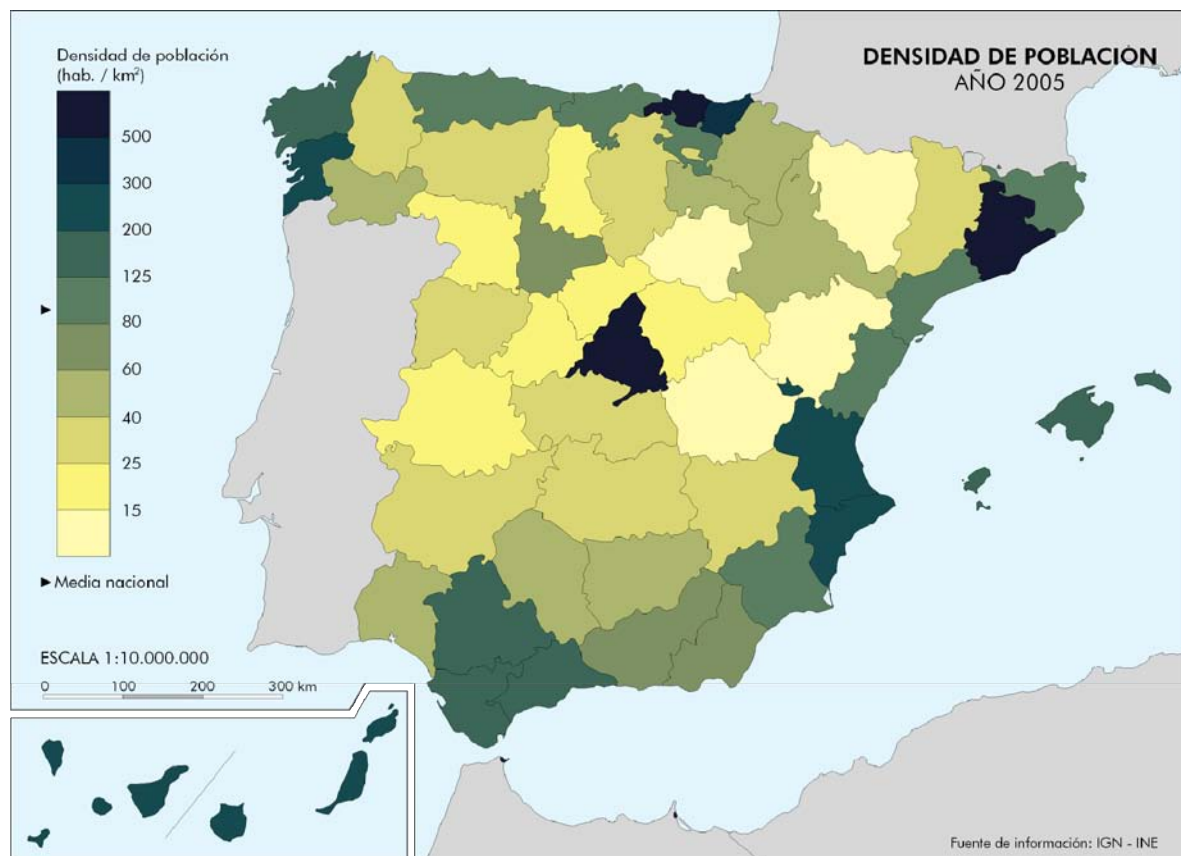
2.4.2.2.2. Obtención de la información temática

Ya ha sido señalado que la primera de las funciones a realizar en esta fase es la elaboración de un listado que recoja las variables reales a representar en la cartografía para posteriormente obtener los mismos de las fuentes de información.

Al igual que anteriormente se señalaba la necesidad de decidir entre la utilización de una base cartográfica creada *ex novo* u otra digitalizada de propio, el mismo aspecto debe solventarse respecto a la información. Ésta puede ser obtenida de forma **directa o primaria**, a partir de la observación sobre el fenómeno estudiado, o **indirecta o secundaria**, si se utilizan estudios o fuentes realizados previamente (Aguilera Arilla *et al.*, 2003). De igual modo que la creación de información espacial este es un proceso costoso y que requiere mucho tiempo (Lo y Yeung, 2007).



Mapa 2-4: Cartografía de población total como variable fundamental. Elaboración propia.



Mapa 2-5: Cartografía de densidad de población como variable derivada. Elaboración propia.

La selección de las fuentes de información en geografía depende directamente del tema que quiere representarse, los distintos ámbitos de la materia presentan su propia forma de extraer los datos del territorio pero las fuentes básicas de las que se dispone son las siguientes: Trabajo de campo, encuestas, entrevistas, Censos de población, padrones, nomenclátor, Teledetección, Imágenes aéreas... (Aguilera Arilla *et al.*, 2003; Lo y Yeung, 2007)

2.4.2.2.3. Análisis formal de la información temática y proceso de edición

El objetivo fundamental de esta fase consiste en analizar formalmente la información temática que se ha recogido, comprobando el grado de adaptación de la misma al proyecto, controlando que la calidad de los datos sea adecuada y modificando aquellos registros que se considere oportuno. No es necesario estudiar, en este momento del proceso, las características internas de los datos, su naturaleza o su distribución tan solo su aspecto formal.

- **Grado de adaptación a los requerimientos del proyecto:** Dos aspectos esenciales deben ser comprobados en este apartado: la adecuación de la escala y el momento temporal. La determinación de qué escala de desagregación es necesaria para transmitir correctamente el mensaje por parte del geógrafo, así como la secuencia temporal o fechas concretas para las que se realizará la cartografía, son aspectos ya definidos con anterioridad que enlazan directamente con los objetivos y finalidades del proyecto además de la necesaria disponibilidad de información existente. No obstante, es en esta fase cuando debe comprobarse que tanto la escala como las fechas de los datos obtenidos corresponden con lo deseado. Una variación temporal de la información, en muchos casos, se convierte en una nueva variable a considerar.

Es evidente que puede darse el caso de que la información disponible no posea la desagregación temporal o espacial definida en el proyecto, lo que invalidaría los objetivos y calidad de los resultados del mapa temático, y tan solo en el caso de corresponder a unidades superiores de agregación el problema se vería aminorado porque puede realizarse una adaptación a través las operaciones aritméticas o estadísticas más adecuadas (Media, Moda, suma...). Este hecho se refleja al obtener la población total a escala municipal siendo que la cartografía quiere presentarse a escala provincial, en este caso la simple suma de las personas que habitan los municipios correspondientes a una provincia, derivaría en el dato provincial necesario para la configuración del mapa.

En el caso de la identidad temporal de la información la problemática es la misma, si quiere visualizarse la temperatura de una serie anual, y se dispone de la información mes a mes resulta evidente que la aplicación de una media aritmética es una de las soluciones adecuadas para obtener el dato anual. Puede observarse que la aplicación de estadísticos puede ser diferente en la vertiente temporal de la variable respecto a su caracterización espacial.

- **Control de la calidad:** El control de la calidad respecto a la componente temática se refiere a la exactitud de los atributos, su cuantificación debe considerar las escalas de medida puesto que la determinación del error será realizada con métodos diferentes dependiendo de los mismos. Para los datos cuantitativos el *error cuadrático medio* es una de las medidas más generalizadas, mientras que para la comprobación de la calidad en nombre o códigos lo común es utilizar tasas de error medidas en porcentaje (Ariza, 2002).

Las premisas para el seguimiento de la calidad en el componente temático son el conocimiento de la verdad del terreno, disponer de un esquema de clasificación adecuado con una categoría para cada elemento y un esquema de muestreo y tamaño de la muestra (Smits *et al.*, 1999). De esta forma la evaluación de la calidad debe concluir con información válida acerca de la naturaleza de los errores, su importancia, frecuencia y fuente (Gopal y Woodcock, 1994).

- **Edición:** De igual forma que sucedía en la base cartográfica, el proceso de análisis y edición es un paso ineludible, ya que un examen y diagnóstico correctos de una serie de aspectos son garantía de calidad en el trabajo (Chrisman, 2002; Zanin y Trémelo, 2002):
 - Formato de trabajo: La información temática recogida puede estar almacenada en diferentes formatos: texto, tabla, material gráfico... Es tarea del geógrafo adaptar los datos a un formato tabular, que facilite su tratamiento, edición y enlace con la información espacial, aspecto que se detalla más en profundidad en apartados posteriores. Es importante preservar la información original evitando alteraciones en la misma a lo largo de los diferentes procesos de exportación o importación entre formatos, puesto que errores en este aspecto socavan notablemente la calidad del mapa final. La codificación cartográfica se malogrará en caso de que la información de base sea incorrecta.
 - Corrección de errores: Resulta obvia la necesidad de asegurar la calidad de las fuentes de información por la repercusión que esta tienen en el resultado final, sin embargo, incluso en fuentes debidamente contrastadas y fiables es posible la aparición de errores que una vez detectados deberán corregirse.
 - Actualización de la base: El cambio permanente de la realidad geográfica implica una necesidad acuciante de que la información temática esté permanentemente actualizada, evitando así cartografía obsoleta.

Las afirmaciones realizadas en este mismo apartado correspondiente a la base cartográfica son plenamente vigentes, el ejemplo presentado en aquel apartado mostraba como a nivel de municipios, en el territorio español, es posible la modificación de los mismos. Una nueva entidad supondrá un nuevo

registro en la tabla, un nuevo código, un nuevo nombre, nuevas cifras...

- Nomenclatura y codificación correcta: De igual forma que en los aspectos referidos a la actualización de la información, la nomenclatura y especialmente la codificación de cada una de las entidades se revela como una característica indispensable (Aguilera Arilla *et al.*, 2003). Ya se menciona en apartados previos que el código, siempre que este funcione como código clave, actúa como enlace entre la información temática y la espacial, de forma que errores en la codificación pueden conllevar la representación en una determinada unidad administrativa de valores que correspondan a otra.

2.4.2.2.4. Tratamiento de la información temática

Los datos obtenidos de las fuentes de información pueden ser cualitativos o cuantitativos, en este último caso, habitualmente se trata de variables fundamentales que constituyen la materia prima para obtener las variables derivadas, de uso común en la cartografía. El proceso intermedio de transformación de unas a otras puede denominarse tratamiento de la información y se materializa en una serie de operaciones aritméticas o estadísticas de diversa índole:

A) Promedios: También conocidos como *medidas de tendencia central*, los promedios constituyen probablemente el proceso más común para obtener variables derivadas. Existen muchos tipos distintos pero, en términos generales, se puede afirmar que tres son utilizados de forma más generalizada (Robinson *et al.*, 2006):

- La media: Es el resultado de la suma de todos los datos de un conjunto de datos dividido por el número total de valores que lo componen (Ebdon, 1982). Esta es la definición de media aritmética, sin embargo existen otras cuya aplicación es más específica pero cuya utilización puede resultar, en ocasiones, más adecuada: *ponderada*, que introduce parámetros correctores; *geométrica*, utilizada cuando el crecimiento de los datos es geométrico o *armónica*, utilizado para obtener el valor medio de un conjunto de tasas o de movimiento (Gutiérrez Puebla *et al.*, 1995).
- La mediana: Es el valor situado en la mitad del conjunto de valores dispuestos ordenadamente (Ebdon, 1982).
- La moda: Es el valor que se presenta con mayor frecuencia en el conjunto de datos (Ebdon, 1982). Su utilidad está especialmente ligada a las variables de tipo cualitativo.

B) Indicadores: El resultado de aplicar indicadores es un valor numérico obtenido de los diferentes tipos de operaciones (Dent, 1999; Robinson *et al.*, 2006): (siendo para todos los casos n_a el valor de una variable, n_b el valor de otra variable y N el total de datos de un conjunto)

- Ratios o tasas: Es una forma de expresar relaciones entre datos de dos variables reales.

$$n_a/n_b$$

- Proporciones o índices: Es la razón entre cada valor de una variable real concreta y el valor total de todos los registros.

$$n_a/N$$

- Porcentajes: Cantidad que corresponde proporcionalmente a una parte de cien, es la aplicación de una proporción cuya cifra base puede ser uno, cien o mil.

$$\frac{n_a}{N} \times 100$$

A nivel cartográfico conviene tener en cuenta que la utilización de índices y promedios implica la asunción de que el fenómeno geográfico se extiende de forma homogénea por la entidad representada (Robinson *et al.*, 2006), sin embargo no es posible realizar la codificación cartográfica directamente sobre la superficie de la misma ya que semejante actuación supone una transmisión equivocada de la información, tal y como se explica en apartados posteriores.

C) Densidades: Derivan de la puesta en relación de una variable real con la superficie de la entidad donde la misma ha sido medida. Se calcula dividiendo el número total de fenómenos que acontecen en una unidad de recuento entre la superficie de la misma (Robinson *et al.*, 2006). Este tipo de operación posibilita la representación superficial de las variables reales al relacionarlas directamente con la extensión de las entidades.

D) Índices temporales: La estimación del cambio de los fenómenos a lo largo el tiempo es otra de las operaciones que transforman las variables en nuevos datos a cartografiar.

La utilización de *números índice* permite comparar más fácilmente la evolución de fenómenos que se producen paralelamente en el tiempo, su expresión más elemental es el porcentaje. Eligiendo un año base, se le atribuye a la variable el valor 100 para analizar, a continuación, su evolución al compararlo con esa cifra de referencia (Gutiérrez Puebla *et al.*, 1995):

$$I_{xi} = 100 \times \frac{X_i}{X_l}$$

Siendo: I_{xi} el valor del índice de la variable X para el momento t_i

X_l el valor de la variable X en el año de referencia

X_i el valor de la variable X en el momento t_i

Es conveniente tener en cuenta que las variaciones temporales de los fenómenos geográficos requieren un tratamiento complejo, de cuya correcta utilización depende directamente la posibilidad de comparación que el geógrafo sea capaz de dotar a la cartografía. No se puede utilizar el mismo índice cuando la variación ha sido de 5 años que cuando ésta ha sido de 10 puesto que la impresión producida será falsa, es probable que la variación haya sido mayor en el último caso pero tan solo porque el periodo utilizado es más amplio. En estos casos los índices a utilizar deben trabajar sobre la variación acumulada en un determinado periodo.

E) Operaciones complejas: Se han descrito hasta ahora las operaciones más comunes y que implican una menor complejidad, sin embargo lo cierto es que la posibilidad de de tratamiento de las variables reales para obtener nuevos índices, tasas o indicadores es ilimitada. Ejemplo de operaciones más complejas son la cartografía de potenciales de población, de residuales, Índices de Thornwaite, Índices de desarrollo humano, Tasas de accesibilidad, así como otras operaciones tales como correlaciones espaciales, componentes principales, análisis de posición, interacciones espaciales ...

2.4.2.2.5. Establecimiento de la estructura digital

La última tarea a realizar respecto a la información temática consiste en configurar la misma en una estructura digital (Base de Datos) que permita su enlace con la base cartográfica. Estos ficheros que almacenan la información referida a los atributos temáticos se conectarán con aquellos que almacenan la información espacial de manera que a cada uno de los objetos georreferenciados le corresponda un registro en la base de datos temática (Gutierrez Puebla y Gould, 2000). La conexión es posible gracias a que cada objeto espacial y su correspondiente información temática tienen un identificador común (Lo y Yeung, 2007).

2.4.3. El código cartográfico

Obtenidos, analizados y preparados los dos componentes básicos de la cartografía temática, en los términos explicados previamente, es momento de codificar la información temática para representarla sobre la base cartográfica (*Vid. Figura 2-44*).

Muchas expresiones han sido utilizadas para describir este proceso codificador: el lenguaje cartográfico (Koláčný, 1969), la semiología gráfica (Bertin, 1983; Zanin y Trémelo, 2002; Denègre, 2005), la simbolización (Robinson *et al.*, 2006), la representación (Howard, 1980), la transformación semiótica (Cauvin *et al.*, 2007a) o los códigos cartográficos (Calvo Palacios *et al.*, 2002) entre otros. Todos estos términos serán utilizados de manera indistinta, aunque en el esquema de referencia se utilice el concepto de “Código cartográfico”.

La elección de este concepto se debe a que se considera más eficaz a la hora de transmitir el sentido de este complejo proceso.

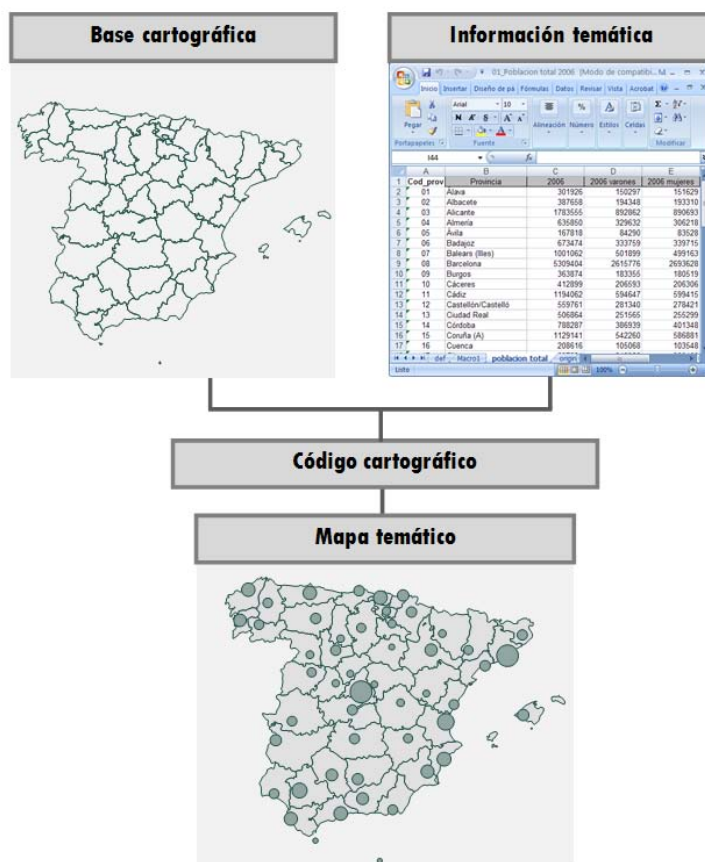


Figura 2-44: El proceso de codificación cartográfica: entradas y salidas. Elaboración propia.

La RAE define *Código* como la *recopilación sistemática de diversas leyes*, pero también admite como tal un *conjunto de reglas sobre cualquier materia o la combinación de signos que tiene un determinado valor dentro de un sistema establecido*, que es la acepción que en esta investigación se aplica al lenguaje cartográfico. En todas ellas la idea de **conjunto** es esencial para poder comprender lo que se entiende por código, y de igual forma es importante para tener una idea clara de la cartografía en su forma especial de percepción y transmisión, que *no es secuencial como la lectura o la música, sino global, antes que cualquier otra cualidad y debe tener presente la idea de conjunto en su concepción y ejecución* (Bertin, 1983).

No se puede considerar un mapa bueno o malo por cada uno de los detalles que lo integran. Es bueno o malo en bloque, y esto es así porque la percepción cartográfica se realiza de forma global y no permite apreciar los aspectos concretos en una primera impresión. Cabe señalar, como excepción, que la formación específica en cartografía posibilita el aislamiento de los diferentes componentes de un mapa, permitiendo analizar cada uno en el marco del conjunto, de forma que se pueda percibir el mismo desde diversos ángulos.

Aunque la valoración conjunta sea característica ineludible de las presentaciones cartográficas, y aunque desde la misma concepción del fenómeno hasta su plasmación final deba mantenerse esta idea de servicio a la unidad, el resultado final se obtiene por la suma de los valores individuales que aportan los distintos elementos del lenguaje cartográfico (Bertin, 1983). De ahí deriva la ineludible necesidad de considerar lo particular en relación con lo general, pero también la no menos importante necesidad de ver lo general como resultado de una serie de elementos singulares (Pueyo Campos, 1993).

Es por esto que se va a proceder a una descripción de cada uno de los elementos que permiten la codificación temática de la información para plasmarla en un mapa. Se reconocen dos grandes bloques de trabajo cuya vocación es radicalmente distinta, en un primer lugar el geógrafo debe de seguir una **Secuencia de análisis** de los datos temáticos que serán visualizados, en definitiva del problema o fenómeno a transmitir. En segundo lugar se pasa a una **Secuencia de decisiones**, en la que deberán buscarse las distintas posibilidades de representación cartográfica a través del empleo de los Instrumentos de Codificación. Esto es así puesto que el lenguaje cartográfico no ofrece una sola opción correcta, sino múltiples, entre las cuales posteriormente habrá que seleccionar la más adecuada en relación los objetivos del proyecto.

2.4.3.1. Secuencia de análisis: la caracterización de la información

La secuencia de análisis consiste en caracterizar la información de entrada de la que se dispone, la búsqueda de un mayor conocimiento de la naturaleza de la misma facilitará la selección óptima de los Instrumentos de Codificación que permitan la transmisión más efectiva.

En el apartado anterior se ha profundizado en la búsqueda, obtención y tratamiento de la información para, finalmente, dejarla preparada en una estructura digital en la que se haya almacenado el contenido temático tal y como va a ser representado. Es esta forma última la que debe caracterizarse puesto que será codificada gráficamente. El primer paso es establecer una clasificación sencilla de la información basada en su naturaleza, que distingue la información cualitativa de la cuantitativa.

- **Cualitativa:** Se refiere a información que expresa cualidades, es decir, cada uno de los caracteres o condiciones, naturales o adquiridos, que distinguen a los objetos (Aguilera Arilla *et al.*, 2003).
- **Cuantitativa:** Se refiere a la información que representa magnitudes con posibilidad de ser expresadas numéricamente. A su vez las variables cuantitativas pueden subdividirse en **discretas**, aquellas que no admiten valores intermedios entre dos datos consecutivos; y **continuas**, aquellas que admiten valores infinitos entre dos datos consecutivos (Dent, 1999; Aguilera Arilla *et al.*, 2003). Conviene no confundir estas definiciones de discreto y continuo a nivel temático con los mismos conceptos en su vertiente espacial, que ya han sido descritos previamente.

La otra caracterización obligatoria antes de seleccionar propiamente el sistema gráfico de representación está constituida por los llamados niveles o **escalas de medida**. Con el objetivo de proporcionar un marco teórico de trabajo para la caracterización de la información, Stanley Stevens propuso esta clasificación en 1946 (Stevens, 1946), cuya utilización está ampliamente extendida en el ámbito de las ciencias sociales y se ha convertido en un esquema básico en cartografía y SIG (Chrisman, 2002).

Este autor definió la medida como *la asignación de números a objetos de acuerdo con una regla*. Basándose en el concepto de invariabilidad a las transformaciones, considerada como el grado de información esencial que cada escala puede retener, definió cuatro escalas de medida: Nominal, ordinal, de intervalos y de razón (Stevens, 1946). Sin embargo la sistematización de Stevens, aunque es normalmente presentada como una teoría completa, no es suficiente para clasificar todos los tipos distintos de información geográfica, por lo que Chrisman aporta cuatro nuevas escalas de medida, que abarcan fenómenos más complejos o que matizan las anteriores: Escala absoluta, medidas cíclicas, recuento y grado de pertenencia (Chrisman, 2002).

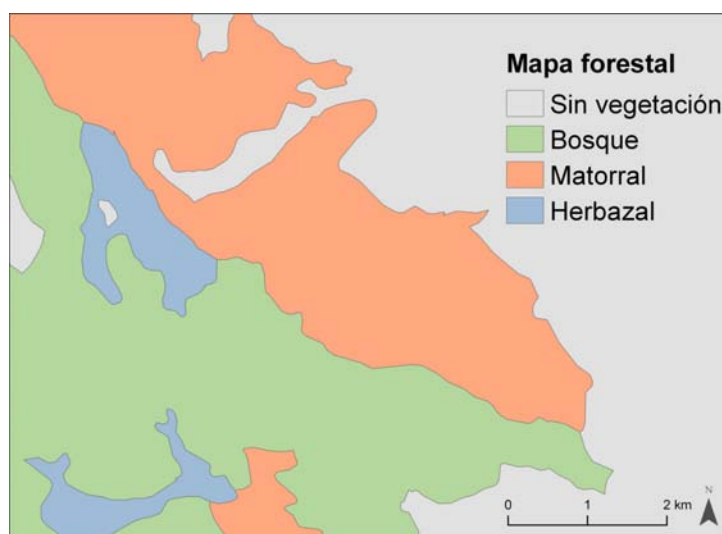
De cara a la caracterización completa de la información se ha considerado relevante incluir la definición en el marco de nuestro discurso de los ocho niveles mencionados, a los que se añaden las consideraciones oportunas desde el punto de vista de la cartografía temática.

- 1) **Escala Nominal:** Es el nivel más básico, se describe como la escala en la que los objetos se clasifican en grupos no ordenados, en categorías o clases (Chrisman, 2005). La verificación mediante esta escala de medida se realiza por la asignación de los individuos de un colectivo a una categoría o clase de entre un número limitado de las mismas, con un nombre representativo de su significado (Bernhardsen, 2002). Los nombres de las clases, en que se subdivide cada una de las variables nominales, solo sirven para clasificar a los individuos u objetos de estudio, determinando si son iguales o diferentes en la característica que estemos analizando (Aguilera Arilla *et al.*, 2003).

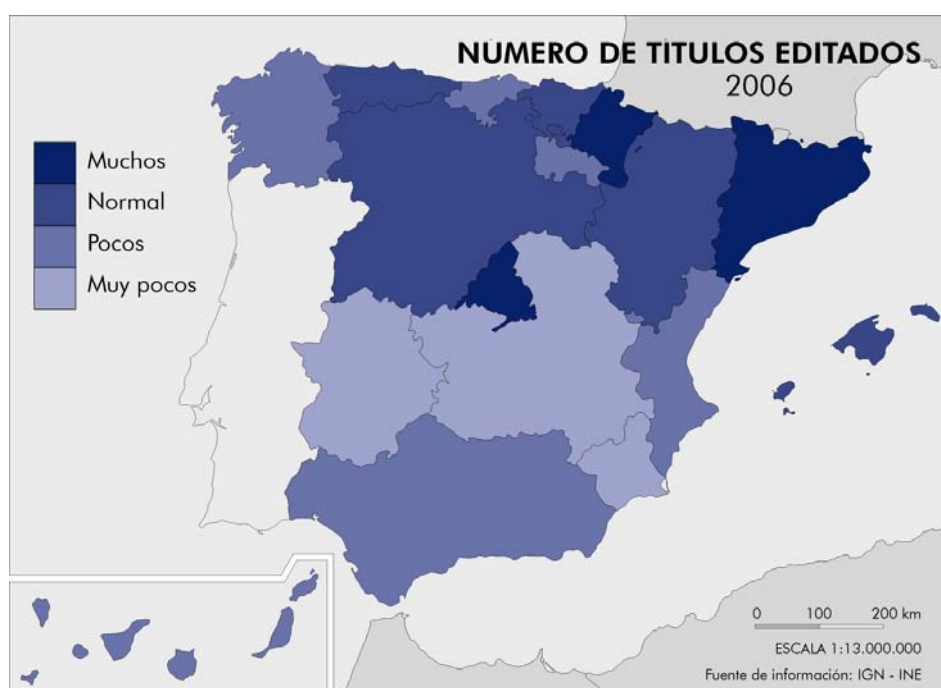
Aplicado a cartografía requiere la utilización de colores, formas o texturas que diferencien cada una de las categorías. (*Vid. Mapa 2-6*)

- 2) **Escala Ordinal:** Esta escala de medida, también conocida como de atributos jerarquizados (Aguilera Arilla *et al.*, 2003), introduce el concepto de orden sin ofrecer ninguna definición de los valores numéricos (Robinson *et al.*, 2006). Los valores tienen la condición de estar ordenados de manera que los códigos asignados (Por ejemplo: 1, 2, 3... o alto, medio y bajo) representan una jerarquización, si bien este código no facilita información acerca de la distancia entre unos elementos y otros en la escala de medida (Aguilera Arilla *et al.*, 2003), permite reconocer que los datos de unas entidades espaciales son superiores a los de otras (Lo y Yeung, 2007).

La utilización de variables ordinales en cartografía implica la necesidad de expresar el orden para lo que pueden ser utilizadas distintas intensidades de color, dando lugar a una expresión clara de la variable (*Vid. Mapa 2-7*). Incluso sin tener una idea previa de la información representada, el usuario del mapa podrá observar que el azul más intenso de comunidades como Cataluña, Madrid o el País Vasco remite a un número mayor de libros editados, al igual que los azules más claros de Castilla y León, Extremadura o Murcia implican una edición menor de títulos en el año presentado. Sin embargo, aun pudiendo percibir que Cataluña publicó más títulos en 2006 de lo que se hizo en Aragón, mediante esta escala de medida no es posible saber cuántos más.



Mapa 2-6: Cartografía de una variable de carácter nominal: tipos de vegetación. Elaboración propia.



Mapa 2-7: Cartografía de una variable de carácter ordinal: Número de títulos editados. Elaboración propia.

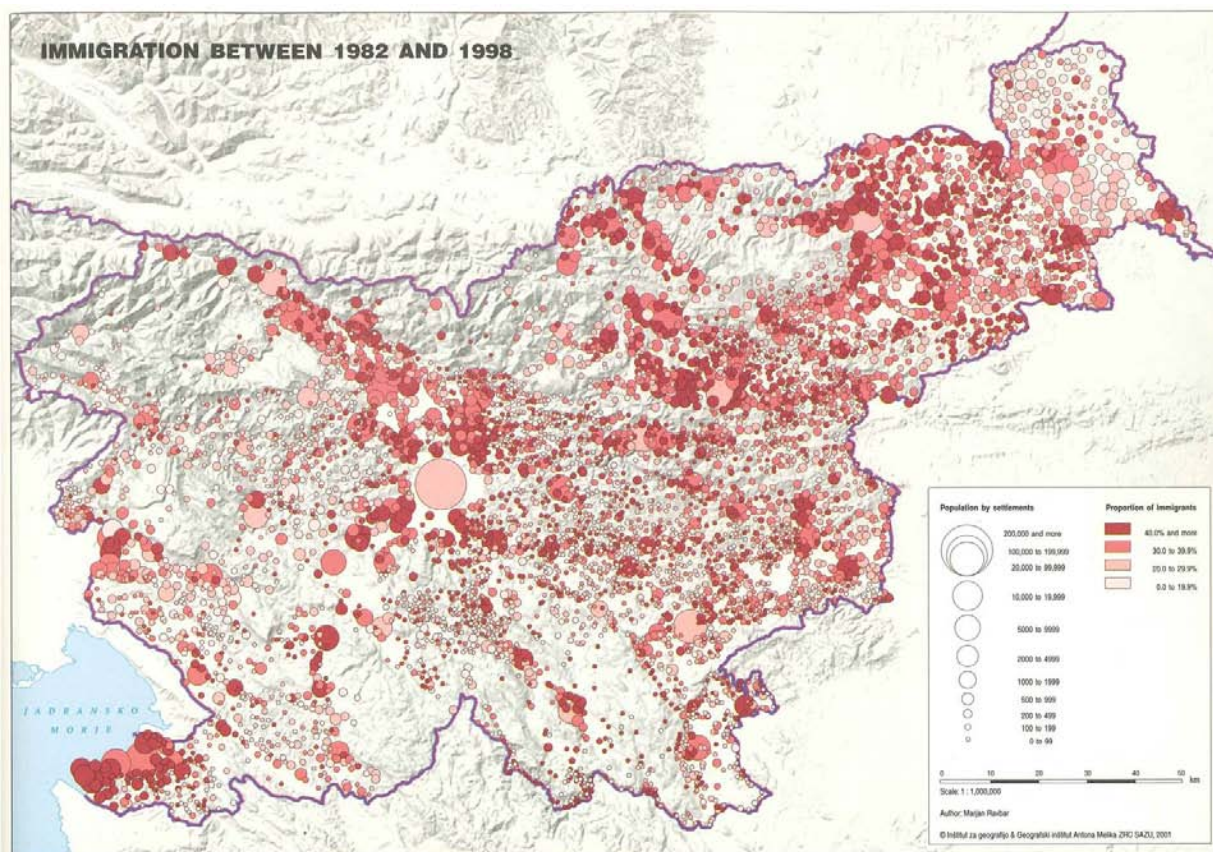
- 3) **Escala de Intervalos:** Esta escala añade la información de distancia entre las distintas categorías ya ordenadas (Chrisman, 2002). Debe utilizar algún tipo de medida convencional, es decir asignar un valor cero como origen de la medición, que puede ser arbitrario y que no significa que el objeto tenga ausencia en ese punto de la característica que se mide (Gutierrez Puebla y Gould, 2000), el cero es fruto de una convención o de la conveniencia, lo que se demuestra por el hecho de el factor de escala se mantiene al añadir un valor constante (Stevens, 1946). Aun así no se puede afirmar que se mantenga una proporcionalidad entre los distintos valores de la variable (Robinson *et al.*, 2006)

La proporción de inmigrantes representada a nivel municipal² para Eslovenia (*Vid. Mapa 2-8*), expresada en una relación porcentual y codificada mediante la leyenda de intensidad de rojos, se considera medida en una escala de intervalos. La diferencia entre el porcentaje de inmigrantes residentes en dos municipios con valores de un 20 por ciento y de un 30 por ciento sería la misma que la medida entre dos municipios con datos de 30 por ciento y 40 por ciento, sin que por ello ocurra lo mismo entre el número absoluto que reside en cada unidad administrativa. El efecto se acentúa en el mapa al utilizar una leyenda dividida en intervalos.

- 4) **Escala de Razón:** Es un refinamiento de la escala anterior, proporciona magnitudes significativas mediante la utilización de un sistema de medida no arbitrario (Aguilera Arilla *et al.*, 2003), la razón entre dos valores cualesquiera es independiente de la unidad de medida (Gutierrez Puebla y Gould, 2000) lo que no sucede en la de intervalos. El cero absoluto está siempre presente en esta escala (Stevens, 1946). La codificación de los valores obtenidos puede hacerse por el resultado cuantitativo de la medición (Aguilera Arilla *et al.*, 2003). Gracias a esto, la escala de ratios permite no solo la medida de la diferencia entre valores, sino también la proporcionalidad y el empleo de operaciones aritméticas tales como la suma, resta, multiplicación o división (Lo y Yeung, 2007) o estadísticas como medias, índices de correlación, etc.

La población total medida en número de personas que residen en un municipio (*Vid. Mapa 2-8*) es una variable medida en escala de ratios, y se simboliza en el mapa esloveno a través del tamaño de los círculos que representan a cada uno de los municipios. Una entidad con 200 habitantes puede afirmar que tiene el doble de población que aquella en la que residan 100, aunque es cierto que la representación por intervalos de tamaño del círculo no consigue mostrarlo con exactitud.

² El nombre original de las unidades administrativas eslovenas equivalentes al municipio español es *občine* pero se mantiene la denominación castellana.



Mapa 2-8: Cartografía de dos variables de distinta escala de medida: la proporción de inmigrantes como escala de intervalos y la población total como escala de ratios. (Fridl et al., 2001)

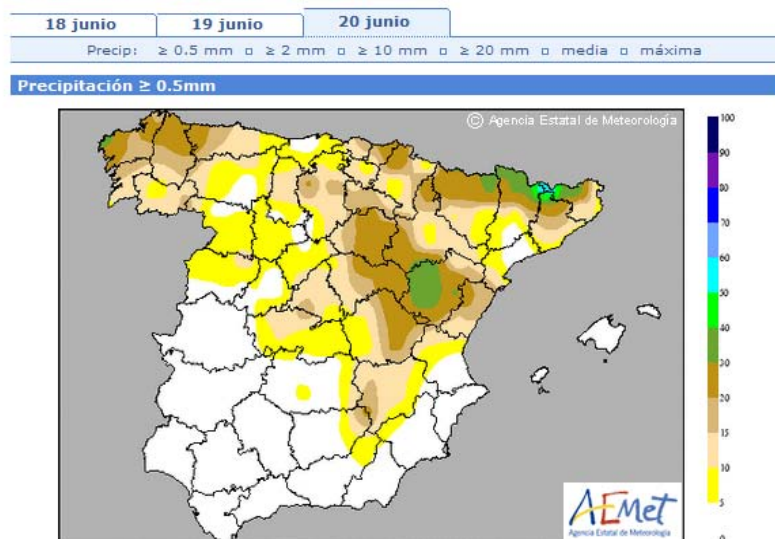
- 5) **Escala Absoluta:** La escala de ratios no es el nivel más elevado de medida, aunque es más preciso que la escala de intervalos debido a que el cero no es un valor arbitrario (Chrisman, 2002). El siguiente paso consiste en que no solo el cero no es un valor arbitrario, si no que las unidades de medida también lo son. Cuando la escala de medida es absoluta los valores se mueven en un rango dado (Ellis, 1966). Un ejemplo es la probabilidad donde el significado del cero y del uno están predeterminados (Chrisman, 2002).

A nivel de cartografía es complicado trabajar con este tipo de datos, la leyenda debería presentarse como una secuencia ordenada de colores para facilitar la percepción, pero no siempre se utilizan leyendas adecuadas (Vid. Mapa 2-9).

- 6) **Escala de Recuento:** Se considera escala de recuento cuando se cuentan objetos que se están agrupados en una entidad espacial: el resultado del recuento es un número. Ya que el cero es un valor fijo (ausencia de la variable) podría ser considerado como escala de ratios pero las unidades del recuento no son arbitrarias. La escala de recuento es similar a la absoluta con la distinción de que los elementos contados aquí son discretos. Pasaría a ser de ratios cuando las unidades de medida se reescalaran, contando la población 'en miles' o de alguna forma que perdiera la identidad discreta de los objetos (Chrisman, 2002).

Su representación cartográfica debe pasar por la utilización de tamaños de símbolos proporcionales a la variable que expresen la magnitud de la misma, (*Vid. Mapa 2-10*) la población de cada una de las manzanas del barrio zaragozano de Las Delicias es un ejemplo de escala de recuento. En caso de realizar operaciones aritméticas o estadísticas con los datos la variable sería considerada como escala de ratios.

Probabilidad de Precipitación



Probabilidad, en tanto por ciento, de que la precipitación total entre las 07 y las 07 horas UTC sea superior o igual a 0,5 mm.

Mapa 2-9: Cartografía de una variable de carácter absoluto: Probabilidad de precipitación.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.



Mapa 2-10: Cartografía de una variable medida en escala de recuento: Número de residentes por manzana. Fuente: GEOT.

- 7) **Escala de Medida cíclica:** Algunas medidas se encuentran limitadas en un rango determinado y se repiten de forma cíclica. Los ángulos podrían ser considerados en escala de ratios, ya que pueden adquirir el valor 0 y tienen una medida arbitraria ya sea en grados o radianes, sin embargo la dirección 359° está a la misma distancia de 0° que 1°, por lo que es considerada como una variable cíclica (Chrisman, 2002).

En cartografía las medidas cíclicas pueden ser representadas tanto por leyendas secuenciales con un incremento progresivo de la intensidad de los tonos, como por leyendas que recojan todos los colores del espectro óptico, aunque se recomiendan las primeras por su mayor capacidad didáctica en la transmisión. (*Vid. Mapa 2-11*)

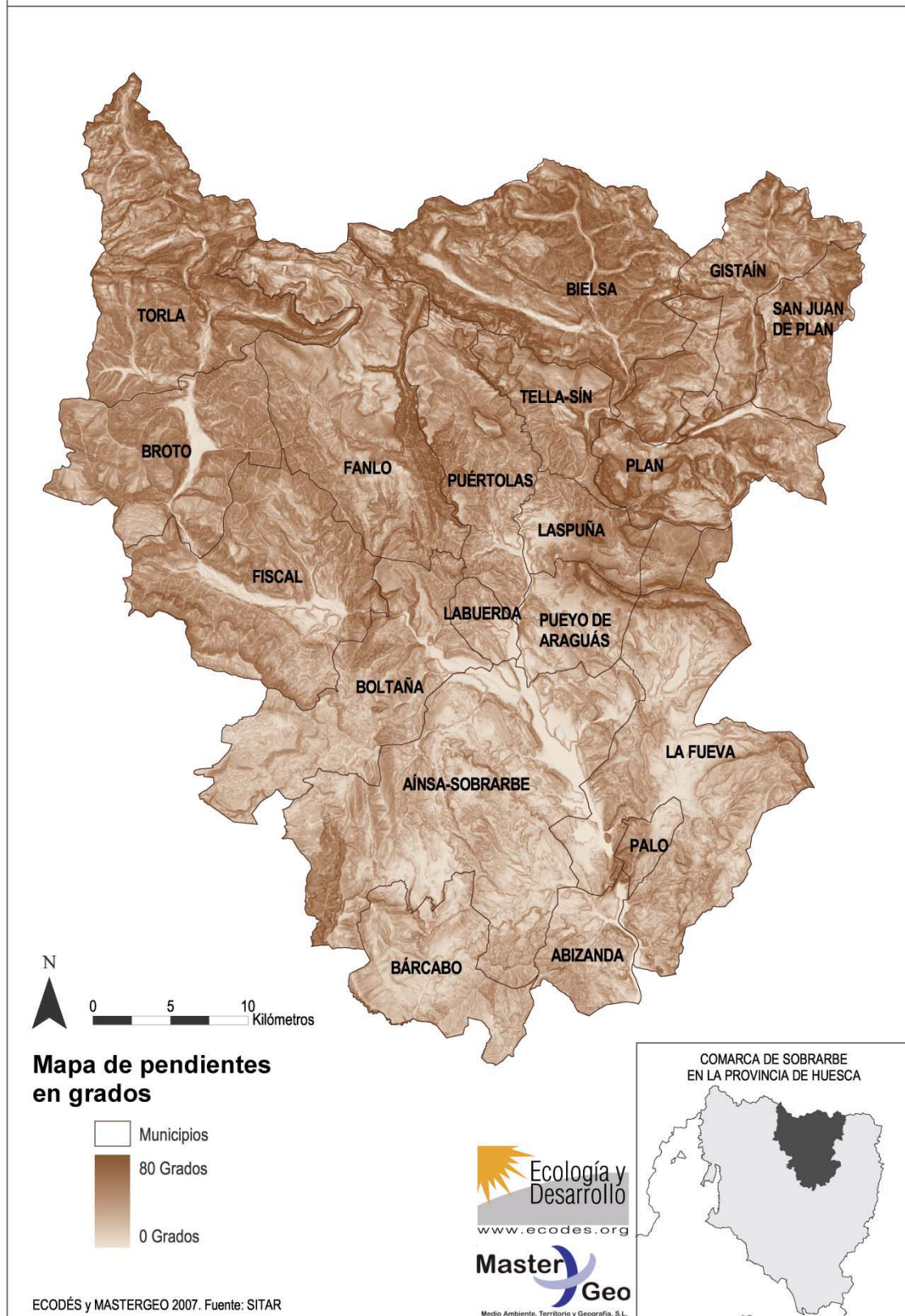
- 8) **Grado de pertenencia:** La escala nominal no es siempre tan sencilla como parece. Estas medidas se pueden aplicar a las estrictas normas de la clásica Teoría de Conjuntos, pertenencia a una u otra categoría, sin embargo muchas clasificaciones pueden adoptar reglas más flexibles que implican distintos grados de pertenencia a un grupo como se formula en la Teoría de Conjuntos Difusos (Chrisman, 2005). Es otro de los ejemplos cuya cartografía puede solucionarse con bastante eficacia a través del empleo de leyendas secuenciales, es decir con un incremento progresivo del valor, mayor cuanto mayor sea el grado de pertenencia a la categoría descrita.

Combinando la naturaleza de información con la escala en la que se mide se puede afirmar que tanto las variables nominales como las ordinales pueden considerarse como cualitativas, las categorías definidas en las mismas deben cumplir una serie de propiedades (Aguilera Arilla *et al.*, 2003):

- Ser exhaustivas: Permiten clasificar todas las unidades de análisis.
- Mutuamente excluyentes: No puede existir ambigüedad, cada individuo será asignado solo a una categoría.
- Basadas en un único principio de clasificación que defina las clases o intervalos de cada variable.

Por otro lado se puede considerar que el resto de escalas de medida (intervalos, razón, absoluta, medidas cíclicas, recuento y grado de pertenencia) corresponden con variables de tipo cuantitativo, debido a que aplican unidades de medida todos los elementos de manera que pueden ser diferenciados por valores numéricos concretos.

MAPA DE PENDIENTES (EN GRADOS) DE LA COMARCA DE SOBRARBE



Mapa 2-11: Cartografía de una variable de escala de medida cíclica: Pendiente.

2.4.3.2. Secuencia de decisiones: los Instrumentos de Codificación cartográfica

Una vez analizada la información que va a ser visualizada en el mapa, deben buscarse las diferentes opciones que la utilización del lenguaje cartográfico ofrece para lograr su codificación temática. Para cada variable real, cuya distribución y problemática quiera ser transmitido, existen multitud de presentaciones cartográficas posibles y correctas, su determinación final viene de la mano de factores ya expuestos con anterioridad en la definición del proyecto: objetivos, público al que va dirigido... Corresponde al geógrafo ir seleccionando entre los **Instrumentos de Codificación** aquellos que considere más oportunos para configurar dichas opciones a través de la denominada Secuencia de Decisiones. Estos instrumentos son la implantación, las variables visuales y la construcción de la leyenda.

Posteriormente deberá analizar las virtudes y desventajas de cada alternativa y su grado de adecuación al proyecto para seleccionar la más adecuada. La capacidad de proyección de este proceso facilitará la retroalimentación positiva de ideas y por tanto mejorará el resultado final (Dent, 1999). Sin embargo existe un aspecto que no debe perderse de vista, siempre es **preciso elegir entre subóptimos** puesto que la representación perfecta no existe.

Como ya ha sido mencionado con anterioridad el trabajo en cartografía nunca es igual si se trabaja con bases vectoriales o *raster* y este es otro de los casos en los que se manifiesta esta dicotomía de procesos lo que se debe principalmente a que en el marco *raster* no cabe hablar de tipos de implantación, que es un concepto propio del vectorial y, asimismo, no es posible la aplicación de todas las variables visuales a las células contables.

Lo cierto es que la complejidad de codificación cartográfica en el sistema vectorial es superior a la existente para entornos *raster*, que en definitiva, es una simplificación de la primera, es por esto que se procederá al desarrollo del discurso de trabajo con elementos vectoriales para luego repasar, con mayor brevedad, la adaptación de los mismos a los sistemas *raster*.

La **multiplicidad de opciones** mencionada aboca al geógrafo a introducirse en una secuencia ordenada de decisiones en las que debe ir optando por los instrumentos de codificación que ofrezcan mejores soluciones cartográficas para presentar el problema consiguiendo una fácil difusión y legibilidad.

El proceso codificador en cartografía tiene un fuerte **carácter subjetivo**, ante multitud de opciones válidas el geógrafo debe elegir la más adecuada según su criterio forjado en el conocimiento del territorio y en el lenguaje de los mapas, la construcción gráfica debe tener en cuenta la intuición, además de la técnica, los medios y las reglas de la semiología gráfica (Cortizo Álvarez, 2007).

Esta dificultad en ocasiones se pretende resolver, a semejanza de los tratamientos informáticos, con sistemas de caja negra, como si las distintas elecciones fueran opciones

plenamente automatizadas. Las presentaciones cartográficas, que pueden encontrar en las TIG una ayuda inestimable, deben seguir **conservando una buena dosis de artesanía**, especialmente en la concepción del mapa, para evitar que el resultado, aunque técnicamente irreprochable, se convierta en una oportunidad de comunicación desperdiciada (Pueyo Campos, 1993).

2.4.3.2.1. Instrumentos de Codificación Cartográfica en entorno vectorial

Las decisiones acerca de cómo codificar una determinada información temática se reducen a establecer qué tipo de implantación se utilizará, que variables visuales les darán contenido temático y mediante que tipo de leyenda se visualizará.

2.4.3.2.1.1 La implantación

Conocida también como dimensión espacial de los fenómenos, clases de representación o elementos gráficos básicos, la implantación se define como *la representación gráfica de un objeto geográfico en un mapa* (Zanin y Trémélo, 2002). Se reconocen tres modos básicos distintos: punto, línea y superficie (Bertin, 1983); si bien es cierto que ciertos autores amplían hasta cinco los tipos de implantación incluyendo una o dos opciones de volumétrica (Slocum *et al.*, 2005; Cauvin *et al.*, 2007b). En cualquier caso, aunque se procederá a exponer la definición de todas ellas conviene mencionar que tan solo las tres originales serán consideradas a lo largo de esta tesis doctoral, aunque se quiera simular una representación tridimensional lo cierto es que la cartografía tan solo dispone de dos dimensiones reales, por otra parte señalar que los elementos básicos de representación son punto, línea y superficie, ya que tienen la propiedad de poder ser expuestos sin información temática adicional, la cual no es compartida con la implantación volumétrica.

- **Implantación puntual:** Un punto representa una localización en el plano que, como objeto adimensional, no tiene longitud ni área (Bertin, 1983; Aguilera Arilla *et al.*, 2003). A la hora de georreferenciar un punto es necesario conocer el par de coordenadas XY que definan su posición en el espacio (Zanin y Trémélo, 2002). Ejemplos de este tipo de implantación es la localización de un árbol, de una estación de metro...
- **Implantación lineal:** Una línea es un objeto, que construido a partir de una sucesión puntos, no tiene área aunque si longitud (Bertin, 1983). Su georreferenciación viene de la mano de una cadena de coordenadas XY que representan cada uno de los nodos que configuran la línea (Zanin y Trémélo, 2002). Carreteras y redes hidrográficas son los ejemplos más evidentes.
- **Implantación superficial:** Una superficie o polígono es un fenómeno localizado en un plano cuya superficie puede medirse (Bertin, 1983). Su configuración espacial remite un espacio delimitado por una línea cuyas coordenadas original y final coincidan geográficamente (Slocum *et al.*, 2005). Unidades de paisaje o el área de una entidad administrativa son ejemplos de fenómenos superficiales.
- **Implantación volumétrica:** Hacen referencia a fenómenos que se distribuyen de

forma continua en el territorio (Cauvin *et al.*, 2007b). Al movernos en implantación volumétrica deben considerarse dos tipos (Slocum *et al.*, 2005):

- **2,5 Dimensiones:** Representa una superficie en la que la localización geográfica es definida por un par de coordenadas XY y el valor del fenómeno representado es la altura sobre cero, a cada pareja XY le corresponde un solo valor de la variable. Ejemplos de este tipo de implantación es la altitud sobre el nivel del mar o la distribución de la precipitación.
- **3 Dimensiones:** En los fenómenos 3D cada punto de la superficie está especificado por cuatro valores: XY, Z por encima o debajo de cero y el dato del fenómeno en ese punto. Cada par de coordenadas XY pueden tener varios valores Z. Un mapa de concentración de carbono en la atmósfera es un buen ejemplo.

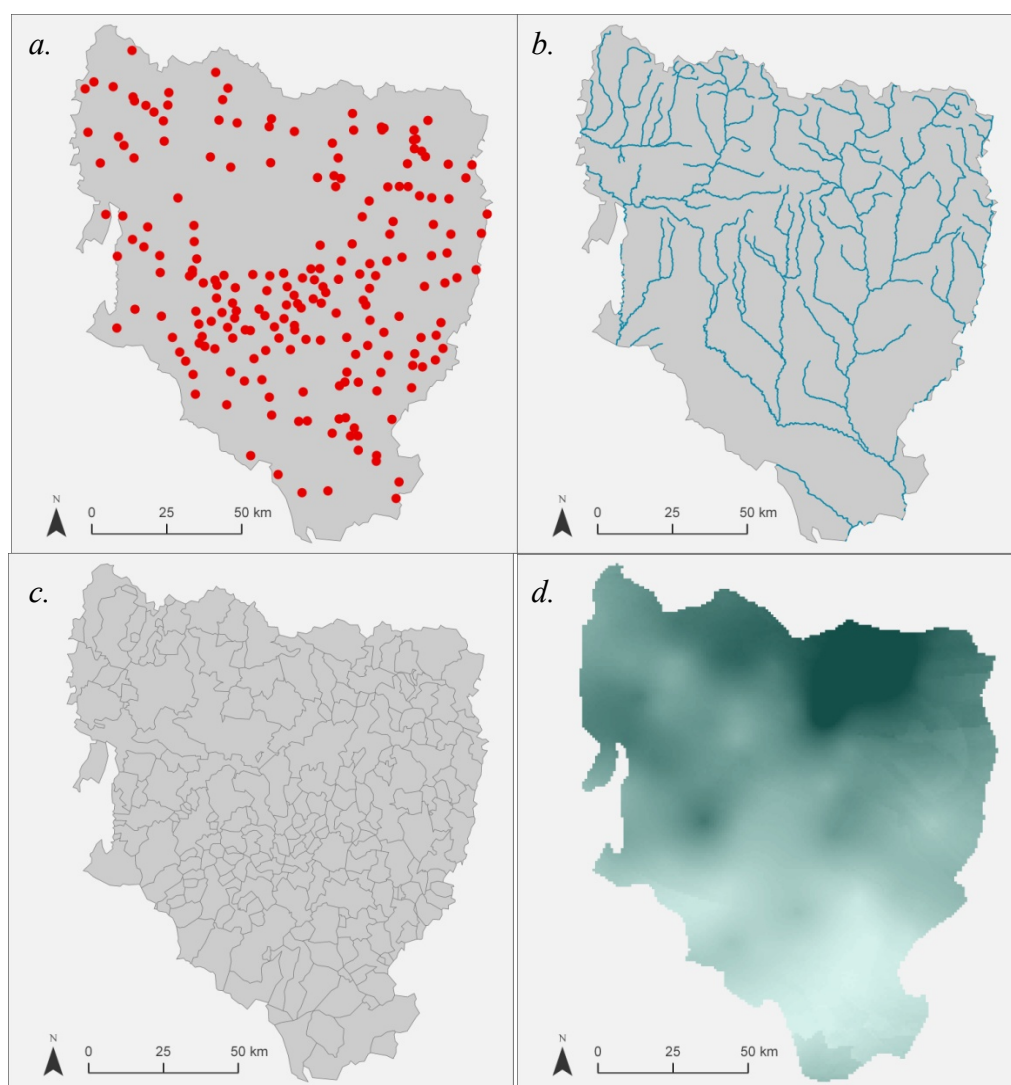


Figura 2-45: Tipos de implantación (provincia de Huesca) a. Puntual, representando las cabeceras municipales; b. Lineal, Red hidrográfica; c. Superficial, límites municipales y d. Volumétrica (2,5D), volúmenes de precipitación. Elaboración propia.

2.4.3.2.1.2 Las variables visuales

La herramienta principal que permite la codificación cartográfica son las variables visuales, entendidas como la **expresión gráfica de la variable real**. Asumiendo esa definición básica se puede matizar que, además, las variables visuales se conciben también como los distintos modos en los que los elementos gráficos pueden ser modificados para representar la variable real (Bertin, 1983; Cauvin y Raymond, 1986).

Los elementos gráficos básicos ya mencionados, dicese de los puntos, líneas y superficies, pueden cambiar para que se visualice alguno de los atributos del fenómeno geográfico que representan. Si la implantación es la forma de expresar gráficamente el **componente espacial**, puesto que aporta la información de localización, longitud o superficie dependiendo del caso, la variable visual está diseñada para expresar la **componente temática** (Zanin y Trémelo, 2002).

Poniendo como ejemplo una serie árboles caracterizados gráficamente mediante implantación puntual, se observa que su localización geográfica viene dada por la propia situación del punto, pero además el mismo puede adquirir distintos colores dependiendo de la especie concreta que sea (*Vid. Figura 2-46*). La variación es de **color**, siendo unos rojos, otros verdes y azules los de más allá; pero bien podría ser de **tamaño**, con puntos más o menos grandes; de la **forma** de sus contornos, triangular, cuadrada o redonda; de la **orientación**, es decir el ángulo de giro que tenga el objeto; respecto a la diferencia de luminosidad con mayor o menor porcentaje de negro que no se considerará un cambio de color sino de **valor** o de la **textura** interna de mismo.

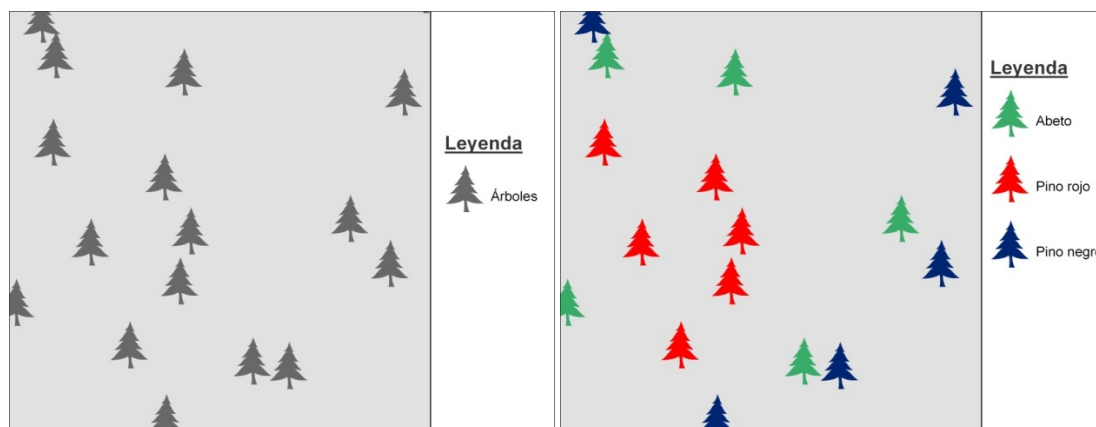


Figura 2-46: Representación de árboles mediante implantación puntual (Izquierda). Utilización del color como distintivo de la especie arbórea. (Derecha). Elaboración propia.

De este modo las variables visuales son las siguientes: Forma, Orientación, Textura, Tamaño, Color y Valor, que serán definidas a continuación desde la óptica clásica ligada a la escuela francesa y las propuestas de la mano de las innovaciones tecnológicas de los estudiosos anglosajones (Bertin, 1967; Bertin, 1983; Brunet, 1987; Joly, 1988; Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995; MacEachren, 1995; Dent, 1999; Poidevin, 1999a; Zanin y Trémelo, 2002; Slocum *et al.*, 2005; Robinson *et al.*, 2006; Cauvin *et al.*, 2007b):

A) VARIABLE VISUAL FORMA:

Se refiere a la estructura externa de una figura, las variaciones de esta variable implican variaciones en los contornos del objeto (Zanin y Trémelo, 2002).

Es una forma eficaz y cómoda de transmitir información cualitativa, que permite una cualificación precisa de los elementos. Es capaz de reflejar las relaciones de similitud entre objetos subrayando las semejanzas y facilitando, al mismo tiempo, la identificación de los aspectos individuales (Cauvin *et al.*, 2007b). La utilización de la forma en cartografía es tan simple como primitiva y elemental. Todas las aplicaciones de diseño gráfico permiten su empleo, posibilitando la creación de variaciones infinitas.

La aplicación de la forma puede ir ligada al uso de símbolos ideográficos, es decir a figuras esquemáticas cuyo su aspecto recuerda al fenómeno representado. Se utilizan en cartografía orientada hacia el público general o con escasos conocimientos gráficos (*Vid. Mapa 2-12*), por lo que resultan efectivos para una divulgación básica, sin embargo en ocasiones corren el riesgo de carecer de rigor estético y cartográfico (Denègre, 2005; Slocum *et al.*, 2005). Alcanza su mayor eficacia cuando se emplean formas geométricas perfectamente reconocibles, siendo el círculo la figura con mayor potencial, y especialmente al asociarse con las variables visuales tamaño o color, aunque todo dependerá de las características del problema a representar.



Mapa 2-12: Mapa turístico de la Zona del Parque Cultural de San Juan de la Peña en el que se emplea la forma como variable visual principal.

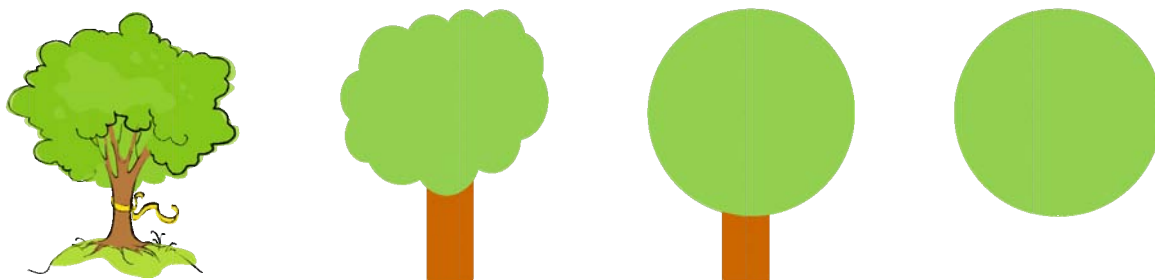


Figura 2-47: Proceso de simplificación desde una figura ideográfica a una geométrica.

La variable forma, asociada a un símbolo puntual o lineal, permite asignar características cualitativas a los objetos y generar familias de objetos que gozan de una propiedad distinta a la de otra familia (Bertin, 1983; Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995; Denègre, 2005). Respecto a su uso sobre implantación superficial tan solo es posible en combinación con la variable textura, tal y como se expone más adelante.

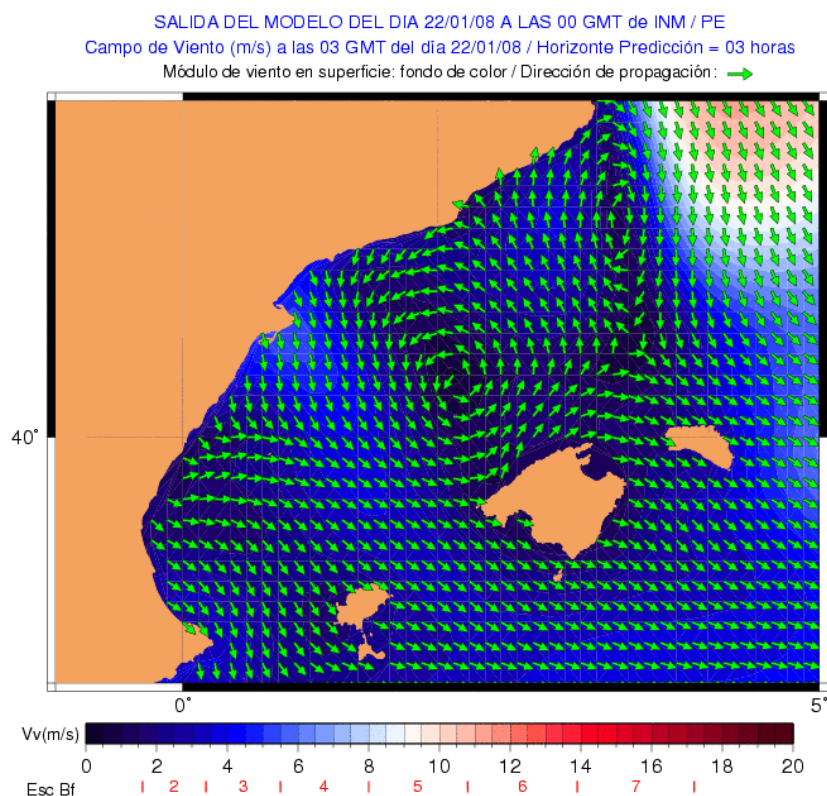
B) VARIABLE VISUAL ORIENTACIÓN:

Se define como el ángulo de giro de un elemento respecto a un eje (Zanin y Trémelo, 2002). Tiene la cualidad de indicar una modificación cualitativa de un mismo fenómeno, ya que ninguna de las orientaciones resulta visualmente privilegiada respecto al resto (Slocum *et al.*, 2005).

Puede aplicarse sin otras limitaciones que la escasa caracterización cartográfica que su uso acarrea, siendo especialmente efectiva en los símbolos puntuales simples que aceptan muy bien el cambio de posición normalmente reducida a cuatro orientaciones: vertical, horizontal y las dos oblicuas de 45° (Cauvin *et al.*, 2007b). El ojo humano percibe fácilmente el cambio de orientación, debiéndose aplicar a figuras alargadas, con una base de que debe ser al menos 1/4 de la altura y en ningún caso simétrico (Bertin, 1983). Su empleo con símbolos pictóricos produce efectos desagradables como falta de equilibrio que invalidan el resultado cartográfico (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995).

Tanto en implantaciones lineales como superficiales su uso viene combinado con la textura, el primero de los casos está altamente contraindicado puesto que es habitual que las dimensiones de la línea no sean suficientes para percibir los cambios de ángulo por lo que la diferenciación queda invalidada. En polígonos funciona con relativa eficiencia pero debe de tenerse en cuenta que su utilización puede generar efectos visuales molestos (Vibraciones).

Es raro el caso en el que la orientación no pueda sustituirse por otra variable que permita una mejor lectura pero lo cierto es que su mejor aplicación puede encontrarse ligada a ideas de flujo, procedencia, destino o dirección (*Vid. Mapa 2-13*). En este caso se utilizan todas las orientaciones posibles puesto que la misma es reflejo directo de la dirección que toma el viento, de esta forma no es tan importante diferenciar unos elementos de otros como descubrir la dinámica general.



Mapa 2-13: Mapa de campos de viento, Fuente: Instituto Nacional de Meteorología, 2008.

C) VARIABLE VISUAL TEXTURA:

Se entiende como textura la disposición repetida de elementos simples repartidos de forma uniforme por una superficie (Robinson *et al.*, 2006).

Su utilización permite dar percepciones ordenadas de los fenómenos geográficos, y también para representar información transmitiendo cualidades de la misma. Cuando exprese valores de tipo cualitativo, se ha de utilizar para cada modalidad unas tramas cuya forma de los elementos constitutivos sean diferentes, pero que tenga el mismo peso visual (Bertin, 1983; Cauvin *et al.*, 2007b).

Al existir una relación de cubrimiento entre el blanco y el negro cercana al 50% en texturas de objetos superiores a 1 milímetro aparecen una serie de efectos que impiden centrar la vista sobre la cartografía. Éstos resultan de la confluencia de un efecto físico como es la cierta resonancia a nivel de retina y otro psicológico que hace dudar entre que parte es figura y cual corresponde a fondo (Bertin, 1983). El efecto vibratorio da sensación de movimiento mientras que el efecto pseudo-sombra aparece en los interespacios blancos en tramas cruzadas (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995). (Vid. Figura 2-48)

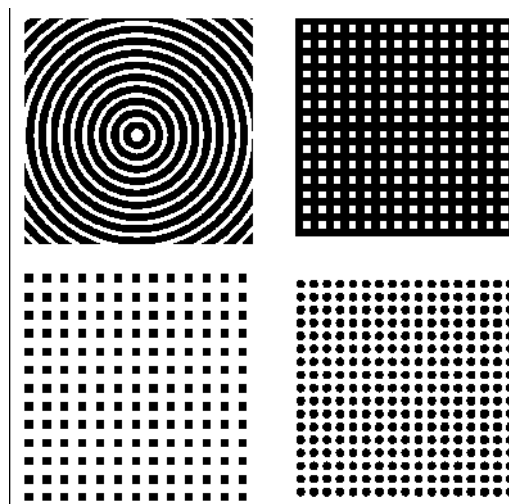


Figura 2-48: Efecto vibratorio (Arriba) y efecto pseudo-sombra (Abajo). Fuente: (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995)

Lo cierto es que la utilización de la variable trama es la que genera mayor confusión y es de las pocas que adquiere diversas denominaciones dependiendo de la bibliografía consultada: textura, trama, patrón, diseño, grano... Es probable que el origen de esta situación venga de la mano del amplio abanico de posibilidades que permite esta variable, principalmente en combinación con el resto de variables tal y como se detalla en apartados posteriores. Pero las posibilidades son múltiples incluso sin combinar con otras variables ligadas a una serie de características como son la **disposición** de las marcas internas (Vid. Figura 2-49), el **espaciado** que refiere a la separación entre esas mismas marcas o la **dirección** de los elementos (MacEachren, 1995; Robinson *et al.*, 2006) (Vid. Figura 2-50). Estas opciones diferenciadoras responden a lo que algunos autores denominan como variables secundarias, asumiendo que la textura es la principal las pequeñas variaciones respecto a disposición o espaciado se consideran de rango suficiente para calificarlas como tales (Robinson *et al.*, 2006).

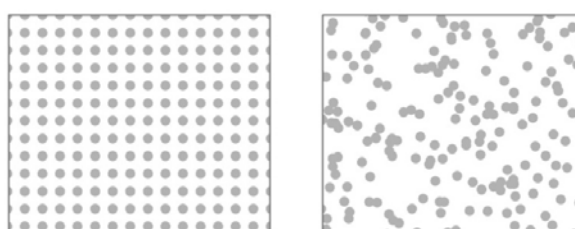


Figura 2-49: Variación en la disposición de las marcas de la textura que puede ser estructurada (Izquierda) o aleatoria (Derecha). Elaboración propia.

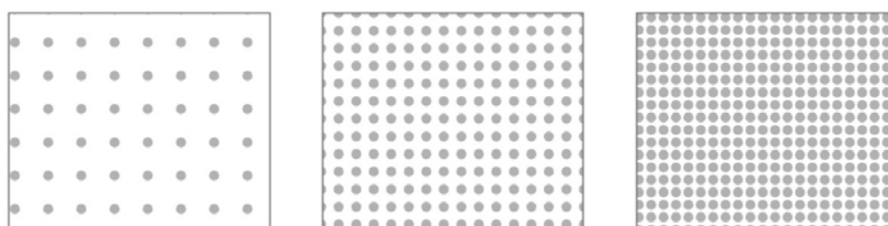
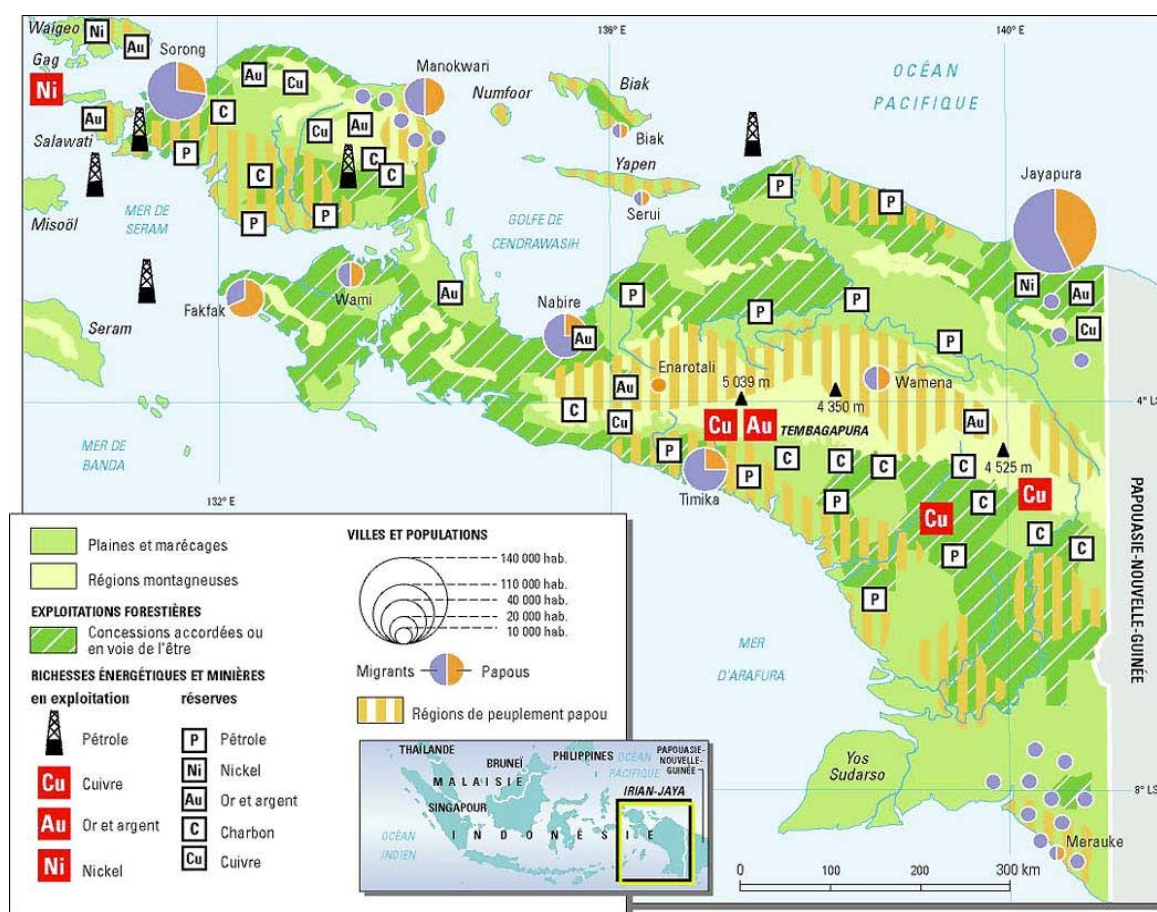


Figura 2-50: Variación en el espaciado de la textura de mayor a menor espacio entre las marcas manteniendo el tamaño y forma de las mismas. Elaboración propia.

La textura, puede tener presentaciones infinitas, pero la gama de lo perceptible y diferenciable es mucho más limitada. Con cierta frecuencia se presentan conjuntamente tramas variopintas que reúnen puntos, rayas, cuadrículas, ajedrezados, etc. por no citar la asociación que de ellas se hace con el resto de variables. Una buena práctica es adaptar las distintas clases de tramas de tal forma que los mayores umbrales visuales coincidan con los umbrales reales que interesa destacar a nuestros efectos. Una mala selección de las texturas en variables cualitativas puede llevar a la confusión con la variable valor, pues las texturas más fuertes acarrearán también una mayor carga perceptiva. La textura puede reforzar el valor, pero tiene entre otros el inconveniente de una mayor dificultad de adaptación a espacios pequeños o bien de entrar en competencia con otras formas (Pueyo Campos, 1993).

La sofisticación de las herramientas en los equipos informáticos y periféricos de salida han ido incrementándose con el paso del tiempo, presentaciones con color y valor que hace un tiempo eran inconcebibles o estaban tan solo al alcance de los ordenadores e instituciones más potentes son ahora posibles mediante los equipos de sobremesa existentes en cualquier hogar. La textura es una variable visual que hoy empieza a quedar en desuso, recurriendo a ella tan solo en casos en los que son necesarias muchas clases, como es el caso de cartografía geológica o geomorfológica, o para efectos que más se acercan a la infografía, aprovechando sus posibilidades de transparencia (Vid. Mapa 2-14).



Mapa 2-14: Atractivos de Irian-Jaya en Indonesia en 1994. Le Monde Diplomatique, 2003.

D) VARIABLE VISUAL TAMAÑO:

El tamaño de un objeto se define por su anchura y altura (longitud), su superficie o su volumen (Zanin y Trémelo, 2002). Esta variable permite la traducción directa de valores cuantitativos reales a los visuales, y permite estimar el valor de la relación existente entre ellos (Cauvin *et al.*, 2007b).

La utilización del tamaño se basa en seleccionar un símbolo y variar su tamaño en proporción a la cantidad de variable real que se quiere representar. El concepto básico de este tipo de representaciones es asimilado con facilidad por el lector por lo que son muy utilizadas en la actualidad.

Es posible aplicarlo a símbolos puntuales con cualquier forma, aunque lo cierto es que no se recomienda su uso con objetos ideográficos, que generan cartografía de una menor calidad estética y sobre todo inferior legibilidad (Slocum *et al.*, 2005). Es por esto que el empleo de las figuras geométricas está más extendido, su simplicidad permite fijar la atención en las variaciones de tamaño sin desviarla a otros aspectos superfluos. Las formas más utilizadas son el círculo, el cuadrado y el triángulo, (*Vid. Figura 2-51*) siendo el primero el empleo más extendido por su forma geométrica más compacta, que da más sensación de estabilidad y sobre todo porque la superposición de círculos permite más fácilmente la reconstrucción mental de la parte no visible (*Vid. Figura 2-52*). Tradicionalmente el escalado del mismo se ha considerado más sencillo, aunque con la tecnología actual esta razón no es ya relevante.

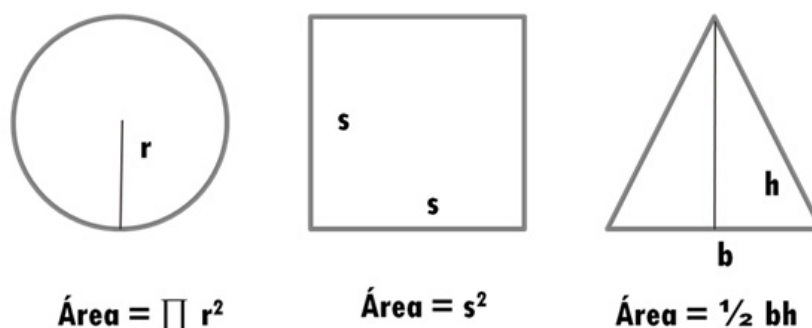


Figura 2-51: Fórmulas para el cálculo de las figuras geométricas más comúnmente empleadas en relación con la variable tamaño. Elaboración propia.

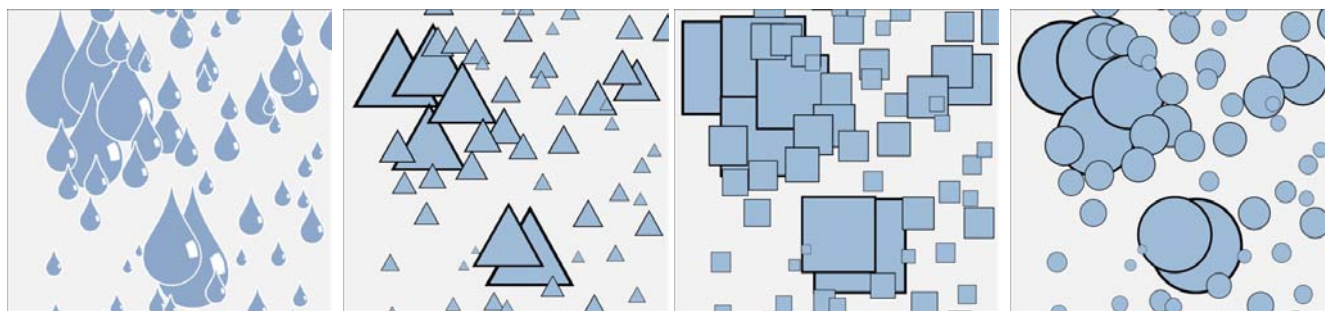


Figura 2-52: Comparación en el uso de figuras a las que aplicar variación de tamaño.

La proporcionalidad utilizada es la misma en todos los casos, queda de esta manera patente que las figuras geométricas son más adecuadas en relación con el tamaño y en concreto el círculo es la que presenta mejor apariencia. Elaboración propia.

Hay diferentes sistemas que se pueden aplicar al tamaño en implantación puntual (Dent, 1999; Zanin y Trémelo, 2002; Slocum *et al.*, 2005):

- **Símbolos proporcionales:** Cada dato de la variable real se representa con un símbolo diferente, graduado exactamente en relación directa con dicho valor. Es la expresión más exacta que relaciona variable visual con real, y probablemente los mapas que aportan una mayor precisión y veracidad; la correspondencia es 1:1, mostrando tantos elementos con características distintas como valores de información existen.
- **Símbolos graduados:** Los datos son clasificados en función de distintos rangos, se muestran todos los elementos de cada categoría mediante el tamaño proporcional al punto medio de cada clase. En ocasiones la concentración relativa de los valores de la variable real en algún intervalo reducido impide percibir los ajustes finos entre variable real y visual pero da lugar a representaciones correctas.
- **Escalado psicológico:** La respuesta perceptual a las diferencias entre áreas de un símbolo no es una función lineal. Un usuario normal no valora adecuadamente el tamaño de los símbolos mayores en relación con los de menor tamaño por lo que se han buscado sistemas de transformación mediante los cuales se puede compensar esta infravaloración (Flannery, 1956, 1971). La decisión del geógrafo en este caso reside en priorizar la percepción del lector o la exactitud de la cartografía (*Vid. Figura 2-53*).

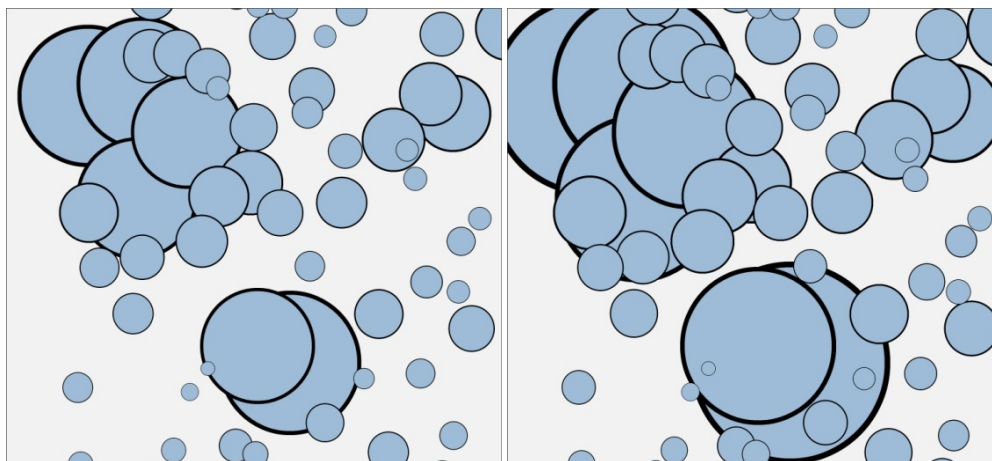
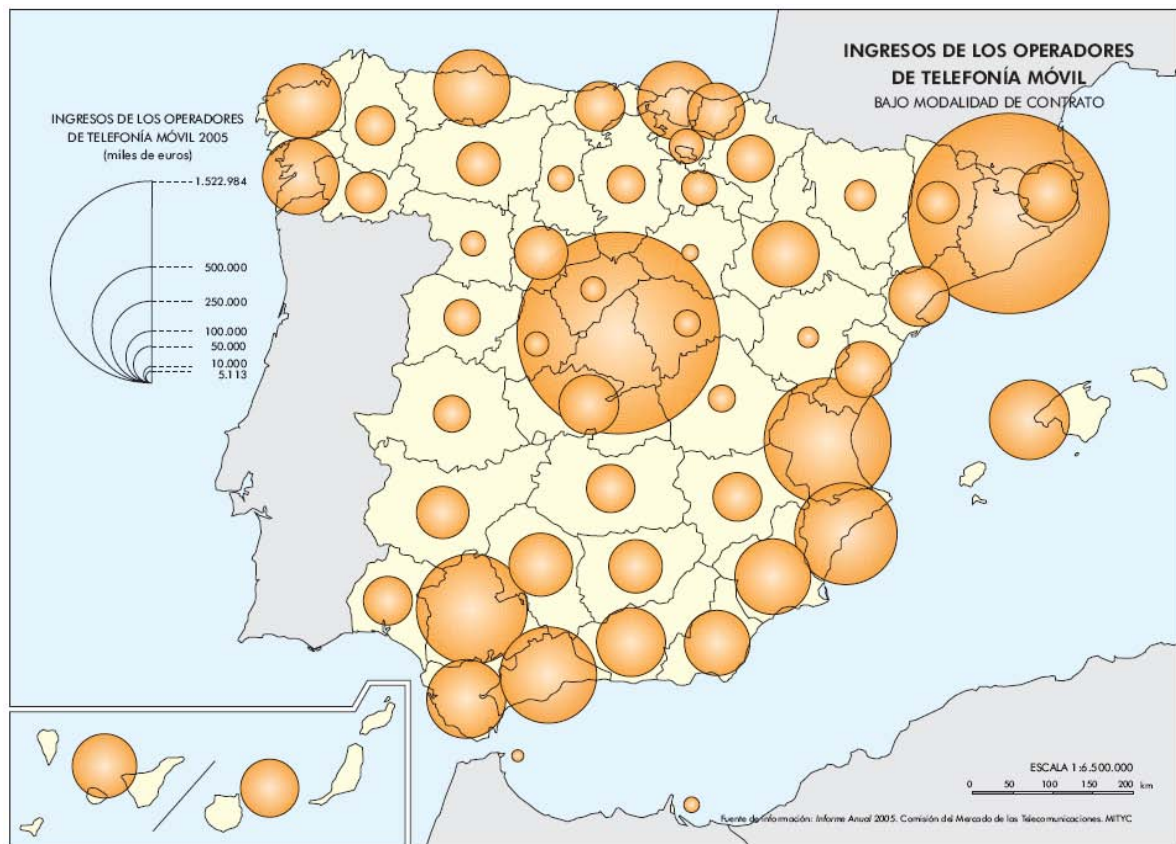


Figura 2-53: Comparación entre círculos graduados mediante una escala exacta (Izquierda) y con la compensación de apariencia de propuesta por James Flannery (Derecha). Elaboración propia.

Rara vez se acierta en un dimensionamiento apriorístico, pues aunque pueda conocerse el porcentaje de cubrimiento respecto al total de la superficie del mapa, y se estén representando variables simples con la variable tamaño como única componente visual, la distribución de los valores en el espacio puede aconsejar un redimensionamiento para evitar solapamientos excesivos, cubrimientos desmesurados de la superficie del mapa o acomodarse mejor a las

características del problema a considerar. Aun asumiendo las ventajas visuales de la transparencia en el mapa presentado (*Vid. Mapa 2-15*) que permiten percibir los límites provinciales, el dimensionamiento realizado al tamaño de los símbolos puntuales es excesivo, necesitando un reajuste para que el equilibrio estético sea característico de esta cartografía.

Ya se ha mencionado que la aplicación de tamaño no solo puede ir unida al dimensionamiento proporcional a la superficie, a lo largo del tiempo también se ha experimentado con símbolos de apariencia volumétrica. El uso del volumen tiene algunas ventajas estéticas y de representación, sin embargo su utilización no está extendida por dos razones principales: El proceso de creación de cartografía es más complejo y a que la mayoría de usuarios encuentra mayor dificultad en su lectura (Dent, 1999).



Mapa 2-15: Ingresos de los operadores de telefonía móvil, Atlas de Industria, (IGN, 2007).

La relación entre el porcentaje de superficie que cubren los símbolos graduados por tamaño y el resto de la cartografía es excesiva.

EL COLOR, EL VALOR Y LA SATURACIÓN

Existe cierto acuerdo entre las distintas escuelas a la hora de definir las variables visuales en general, pero ineludiblemente se encuentra siempre la excepción en los aspectos relacionados con el color. Se procederá a exponer y justificar con brevedad las diversas opciones para posteriormente centrar la atención en la opción utilizada en el marco de este discurso.

El **color**, entendido como la sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda, se puede caracterizar respecto a sus tres dimensiones (Dent, 1999; Slocum *et al.*, 2005; Robinson *et al.*, 2006):

- **Matiz** corresponde con cada una de las dimensiones perceptuales del color, comúnmente asociada al nombre de los colores: rojo, amarillo, verde, azul... (Vid. Figura 2-54.a.)
- **Valor**: Se entiende como la relación entre la cantidad de negro y blanco que posee cada uno de los colores (Vid. Figura 2-54.b. y Figura 2-54.c.).
- **Saturación**: Es una medida de la viveza del color, puede deducirse que es la mezcla entre el gris y cada uno de los matices de color puros, siendo en definitiva la medida de intensidad de cada color (Vid. Figura 2-54.d. y Figura 2-54.e.).

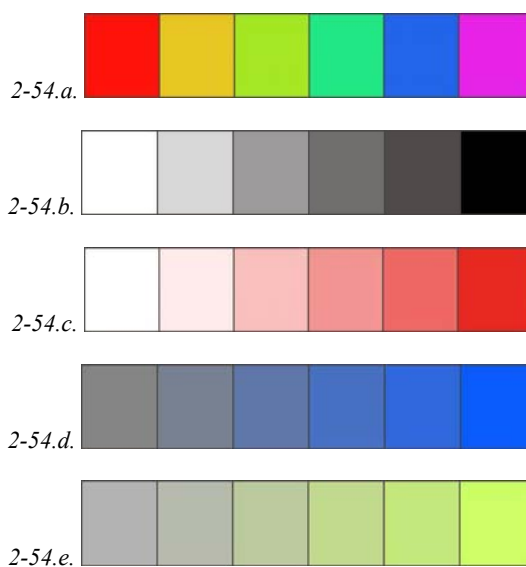


Figura 2-54: Series de color basadas en las propiedades del color: 54.a.Gradación de matiz; 54.b. y 54.c.Gradación de valor; 54.d. y 54.e. Gradación de saturación. Elaboración propia.

En definitiva estas tres dimensiones configuran el color basándose en una figura cónica (Vid. Figura 2-55) donde la modificación del ángulo en la circunferencia implica un cambio de matiz, la posición más o menos alejada entre el centro y el exterior remite a cambios de saturación y por último el movimiento en la vertical envuelve diferencias en el valor teniendo en cuenta que el eje vertical de dicha figura representa la transición entre el blanco y el negro (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995).

Las teorías clásicas bertinianas tan solo reconocen dos de las tres dimensiones del color como variables visuales: el matiz y el valor, dejando la saturación en un segundo lugar para referir aquellos colores absolutamente puros, que no disponen de añadido de negro o de blanco. Una mayor saturación implica una mayor pureza de color (Bertin, 1983) (Vid. Figura 2-56).

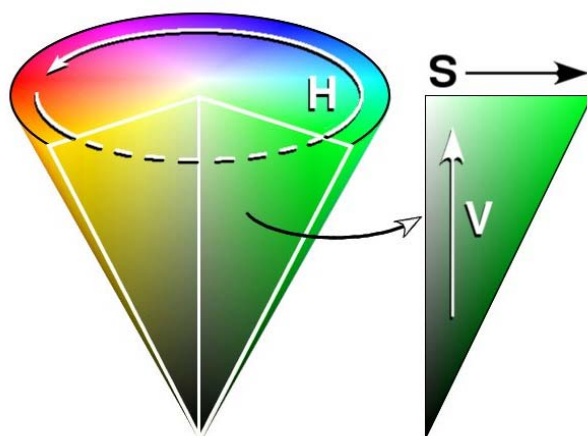


Figura 2-55: Representación de las dimensiones del color (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995).

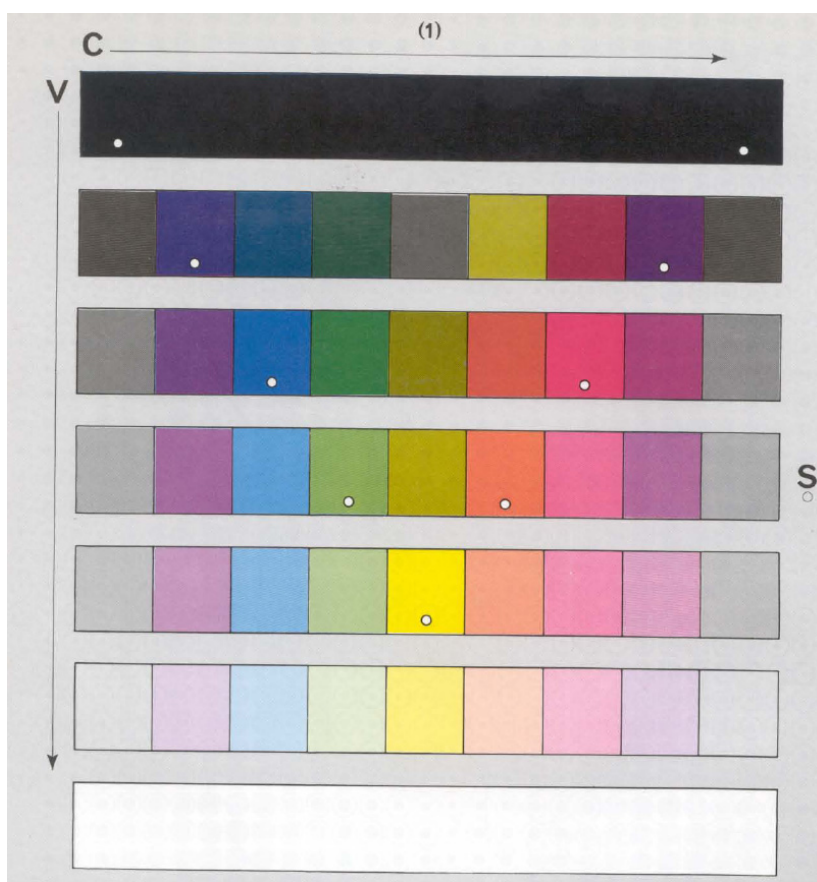


Figura 2-56: Representación del color, valor y saturación. (Bertin, 1983)

Se entienda la saturación como una más de las variables visuales o no, no es recomendable la realización de cartografía que la emplee como único parámetro de representación dada su escasa capacidad de transmisión, la dificultad de interpretación para el receptor y su poca aportación estética al documento, que resultan excesivamente grisáceos y oscuros. Es tan solo en combinación con las otras dos dimensiones cuando su aparición en los mapas es efectiva y tanto el lector como el emisor son raramente conscientes de que está siendo usada.

Por los argumentos expuestos la presente tesis doctoral no tendrá en cuenta la saturación como una variable visual más, haciendo referencia a la misma tan solo en casos puntuales y en términos de pureza del color.

Habiendo planteado los aspectos anteriores pasaremos a desarrollar en profundidad las dos variables visuales que restan, color y valor:

E) LA VARIABLE VISUAL COLOR

El color, entendido de la misma forma que la dimensión matiz, tiene un fuerte poder diferencial, facilitando al ojo humano la discriminación de una gran cantidad de tonos, es capaz de potenciar otras variables visuales cuando se combina con ellas, favoreciendo nuevas clasificaciones y facilitando la transmisividad de la información.

Hasta hace relativamente poco el color estaba limitado a ediciones puntuales y selectivas por su elevado coste económico, sin embargo hoy en día, ha encontrado, gracias a las nuevas tecnologías basadas en la informática, un desarrollo vertiginoso de sus posibilidades (Pueyo Campos, 1993).

Ligado a esta explotación de las potencialidades del color debe tenerse en cuenta que es una variable de compleja utilización debido a que se puede correr el riesgo de saturar la transmisividad si se utiliza en exceso.

Es importante señalar respecto a esta variable, en realidad respecto a todas pero en este caso debe resaltarse especialmente, la idea de que debe primar la componente estética que, sin estar reñida con la claridad en la transmisión, permite aprovechar todo el potencial cromático. La calidad de la representación viene dada por creación de paletas de color adecuadas al problema (Brewer, 2005).

La no diferenciación entre color y valor puede acarrear errores de percepción y de concepto de los elementos cartografiados, es por eso que debe utilizarse desde el conocimiento de las propiedades de cada variable. El problema de la utilización del color no está en la herramienta, sino en la capacidad del ojo humano que sólo es capaz de percibir selectivamente un número muy reducido de colores, y sobre todo en la capacidad del realizador para acertar en la selección cromática de acuerdo con las características globales del mapa a realizar.

El color, los matices de color, tiene la capacidad de expresar información cualitativa, mostrando cada una de las clases de elementos que no se disponen según un orden si no que todo se encuentra en el mismo nivel jerárquico (Bertin, 1983). Es importante señalar también la capacidad de asociación que permite establecer grupos a partir de la utilización del color, siendo mucho más efectiva a este respecto que ninguna otra variable visual (Denègre, 2005).

Tampoco conviene olvidar que las características de los periféricos y su estado de mantenimiento condicionan las salidas visuales dando lugar a diferencias notables en color respecto a lo que nos es posible contemplar en pantalla, y que aunque puedan buscarse equivalencias visuales de colores, sus combinaciones y presencias diferentes pueden acabar generando percepciones distintas que también darán resultados diferentes en las salidas. Además en la actualidad los formatos analógicos no son los únicos sobre los que se expone la cartografía, en su versión digital el color depende también de las características de las pantallas o proyectores utilizados (Brewer, 2005).

F) LA VARIABLE VISUAL VALOR:

Se define como la relación entre la cantidad de negro y blanco sobre una figura o del fondo de representación, entendiendo que el negro es un gris con valor 100% y por el contrario el blanco es un gris con valor 0%, entre estos dos extremos aparece una serie continua de grises intermedios, esta gradación es denominada valor (Bertin, 1983).

La utilización de esta variable no es sencilla puesto que es necesaria cierta superficie para que el ojo aprecie y memorice correctamente la relación de negro y de blanco que además no es capaz de percibir un número excesivo de variaciones cuando éstas son consecutivas (Zanin y Trémelo, 2002). Las diferencias de percepción entre los valores más claros y los más oscuros, no permiten asignar una perfecta equidistribución con respecto a los valores numéricos motivo por el que han sido desarrolladas escalas que muestran la relación entre tonos aparentes de grises sobre un papel y los porcentajes nominales (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995).

Permite interpretar orden en los objetos representados, pues el ojo clasifica las manchas de las más claras a las más oscuras, asociando a las manchas claras los valores bajos, y a las oscuras los altos, de esta forma el valor ajusta bastante bien las representaciones ordenadas, aunque no permita evaluar las relaciones con respecto a las cantidades representadas. El doble de porcentaje de negro no se percibe como el doble de la variable real (Cauvin *et al.*, 2007b).

El tratamiento en cartografía del color y del valor está condicionado por una serie de aspectos perceptivos que condicionan el resultado final y deben de ser tenidos en cuenta, la elección acertada de una paleta de matices puede tornarse en inservible si esta serie de consideraciones resultan obviadas (Bertin, 1983; Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995; Brewer, 2005; Denègre, 2005):

- Las diferencias de matiz y valor de dos áreas coloreadas disminuirán al disminuir sus tamaños.
- Como consecuencia de lo anterior, cuando una superficie aumenta también aumenta su valor aparente.
- Nuestro sistema visual es más sensible a pequeñas variaciones de valor que a pequeñas variaciones de matiz.

- Como excepción de lo anterior, si dos zonas con colores muy similares están adyacentes una a otra, la diferencia de matices será claramente visible, mientras que si están separadas una de otra por otro color, aunque la separación sea muy pequeña, ambas parecerán iguales.
- La percepción de un color varía sustancialmente dependiendo del fondo o del color que lo envuelva.
- Cuando a una figura se la rodea de un color muy parecido al de ella o que esté cercano en el círculo de colores, el color de la figura tiende a agrisarse.
- La asociación de sentimientos con los colores es un hecho en todas las culturas, aunque difieren mucho de unas a otras.

Las propiedades de las variables visuales:

La visión de un mapa crea en la mente del observador una respuesta como finalización del proceso de percepción visual que depende de ciertas **propiedades perceptivas** vinculadas a las variables visuales utilizadas en la simbología del mapa. Nuestra mente, de forma natural, asocia ciertas características de cualidad, cantidad y orden a las variables visuales. El diseñador cartográfico debe respetar en sus representaciones esas asociaciones para facilitar la comprensión de los mapas (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995).

Las diferentes propiedades de las variables visuales son conocidas también como **niveles de organización** del plano, y son las siguientes (Bertin, 1983; Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995; Poidevin, 1999b; Le Fur, 2000; Zanin y Trémélo, 2002; Denègre, 2005)

- **Asociativa:** Una variable visual es asociativa cuando aplicada a una simbología no modifica la visibilidad de los signos. Se utiliza para no acentuar unos símbolos sobre otros. Son asociativas las variables Forma, Orientación, Color y Textura.
- **Selectiva:** Una variable visual es selectiva cuando aplicada a unos símbolos hace que se agrupen espontáneamente en categorías, permitiendo aislar visualmente unas de otras. No es reconocida por todos los autores debido a su mayor complejidad, sin embargo se considera necesario mencionarla en este contexto. Color, valor, tamaño y textura son variables selectivas, además de la orientación, excepto en su aplicación superficial si bien es cierto que las dos últimas se procura evitarlas puesto que su lectura selectiva es notablemente más compleja.
- **Ordenada:** Una variable visual es ordenada si espontáneamente todos los símbolos pueden colocarse con un orden visual definido universalmente. Valor, Tamaño y Textura son las variables selectivas.
- **Cuantitativa:** Una variable visual es cuantitativa si el orden puede expresarse en términos de cantidades o proporciones. Tan solo el tamaño posee la propiedad de cuantificación.

Por **longitud de las variables visuales** se entiende el número máximo de clases que pueden ser percibidas sin dificultad en un mapa, es decir el número máximo de intervalos en los que debe dividirse la variable para conseguir una comunicación efectiva.

La longitud de cada variable visual está esencialmente determinada por las propiedades perceptuales que la caracterizan y por el tipo de implantación sobre la que es utilizada (Bertin, 1983; Zanin y Trémelo, 2002):

- **Color:** Para establecer una diferenciación selectiva pueden utilizarse 4-5 colores diferentes mientras que en su combinación con valor adquiriendo propiedades ordenadas, puede permitir, para implantaciones puntuales y lineales, una longitud de cinco clases y en superficies incluso diez.
- **Forma:** La longitud de esta variable es en teoría ilimitada pero en la práctica lo cierto es que si los símbolos ocupan la misma superficie, tienen el mismo color o valor serán percibidos como elementos similares, ya que la forma queda supeditada a las variables mencionadas que poseen un mayor peso visual. Es por esto que, aun dadas las infinitas posibilidades de formas que existen, se recomienda que el numero clases no sea superior a 5 para una establecer diferencias, asumiendo siempre que formas significativamente diferentes unas de otras facilitarán la comunicación.
- **Orientación:** La longitud debería limitarse a cuatro, una para cada una de las cuatro direcciones principales: vertical, horizontal y dos oblicuas en 45°. La variación de orientación es especialmente eficaz para implantaciones puntuales, y es aceptable para su empleo en polígonos donde se mantiene la recomendación de no superar las cuatro clases.
- **Valor:** Su longitud es relativamente limitada: el número de intervalos de fácil reconocimiento no supera los 6-7 grises incluyendo el blanco y el negro para elementos poligonales, viéndose reducida a 3-4 para implantaciones puntuales y lineales. Sobre fondo blanco las diferencias de valor se perciben mejor que sobre fondo coloreado
- **Textura:** Sobre implantación puntual la textura puede alcanzar 2-3 clases dependiendo directamente del tamaño del símbolo, mientras que sobre superficies puede alcanzar una longitud de 4-5 intervalos, siempre y cuando los polígonos tengan dimensiones suficientes para apreciar la trama incluida en ellos.
- **Tamaño:** Su utilización es válida tan solo en implantación puntual y lineal, la longitud que puede alcanzar está limitada por las dimensiones mínimas que debe de tener un símbolo para ser percibido e identificado y por el tamaño máximo que puede tener una figura, cifra que es diferente para cada mapa y que depende de las

dimensiones del documento y del número de elementos geográficos que se presentan.

Ya se ha mencionado que la variable tamaño puede utilizarse de forma discreta, con 4-5 clases en caso de asumir propiedades selectivas o hasta 20 si se quiere sugerir una progresión cuantitativa; o continua en cuyo caso la longitud será igual al número de objetos geográficos que presente el mapa.

Las reglas de percepción:

El apartado anterior ha descrito la lectura de un mapa como el final de un proceso perceptual, es por esto que deben tenerse en cuenta una serie de reglas relacionadas con la percepción cuya infracción supondría la complicación excesiva de la lectura cartográfica y por tanto del proceso de transmisión del mensaje. Las reglas que deben de ser tenidas en cuenta son las siguientes:

- **Umbral de percepción** de los detalles de una imagen sin realizar un esfuerzo adicional. El tamaño mínimo para una figura puntual es de 0,2 mm de diámetro, para una línea el grosor mínimo ronda el 0,1 mm y las figuras superficiales en caso de estar rellenas pueden tener un eje mínimo de 0,4 mm mientras que si están vacías el umbral aumenta hasta los 0,6 mm (Zanin y Trémelo, 2002; Cauvin *et al.*, 2007b).
- **Umbral de separación:** Se define como la distancia mínima que debe existir entre dos elementos gráficos para que sean fácilmente identificables y la percepción de uno no se vea empañada por la cercanía de otro (Zanin y Trémelo, 2002; Denègre, 2005).
- **Umbral de diferenciación:** Es la diferencia mínima permitida entre dos figuras. Deben evitarse elementos de forma similar, de tonos de gris parecidos, de tamaños parejos y así sucesivamente con el resto de variables, de cara a facilitar la lectura e interpretación del mapa (Zanin y Trémelo, 2002; Denègre, 2005).

Como para toda regla existe una excepción que conviene ser mencionada, en este caso se configura en torno a la variable visual tamaño. El empleo de figuras graduadas por tamaño puede realizarse de forma directamente proporcional al valor de la información temática a representar, de forma que cada uno de los objetos tenga un tamaño diferente que, a su vez, será muy similar al del objeto cuyo valor temático sea también similar. En este, y en el resto de los casos, la utilización de tamaños semejantes viene de la mano de la discretización de la variable real, en los términos que serán expuestos más adelante, pero lo cierto es que el valor añadido en la lectura de un mapa de estas características compensa la dificultad de su lectura.

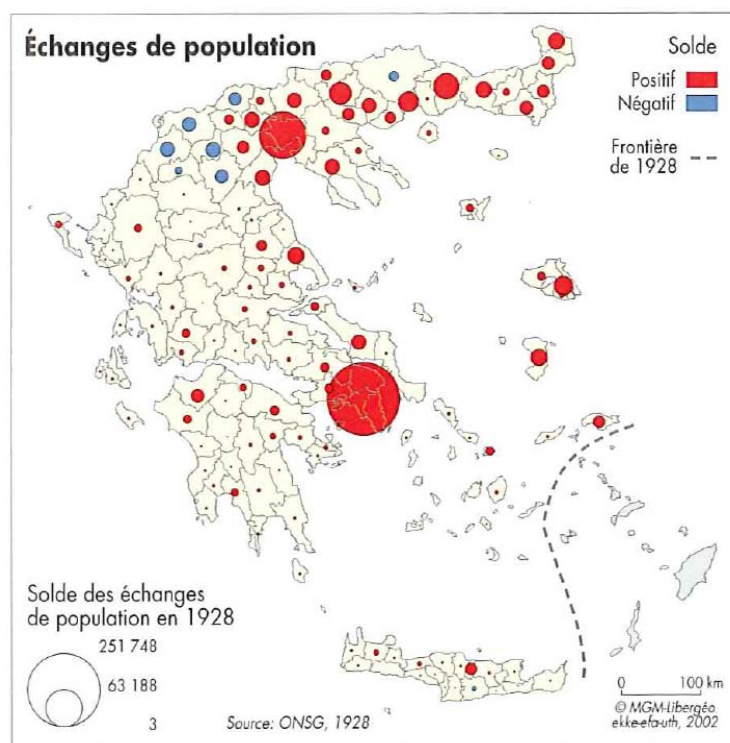
La utilización conjunta de las variables visuales:

En cartografía, la presentación de diferentes variables visuales simples en un marco común de referenciación supone la obligación por parte de cada una de ellas de adquirir unas valoraciones diferenciadas. El resultado final es algo más que la suma de las partes, y la lectura a la que se fuerza al lector puede dar lugar a aspectos no deseados o ni siquiera pensados en el momento de la concepción del mapa o plano objeto de representación hecho que obliga a una mayor reflexión sobre la utilización conjunta de las distintas variables visuales que puede establecerse en base a dos concepciones muy diferentes: superposición o combinación.

La **superposición** se refiere al uso simultáneo de dos o más variables visuales en un mapa, cada una de las cuales refleja las variaciones o características de una variable real. El mapa de *Cambios de población*, (Vid. Mapa 2-16) presenta dos variables reales diferentes: el saldo en números absolutos se codifica a través del tamaño de los círculos localizados en los centroides de las entidades administrativas. Al mismo tiempo una segunda variable es utilizada en el mapa: el carácter de este saldo se muestra en color rojo en caso de ser positivo y en azul si el mismo es negativo. La lectura conjunta del mapa permite la utilización de ambas variables visuales sin producir interferencias, más cuando una tiene propiedades claramente cuantitativas y la otra simplemente asociativas.

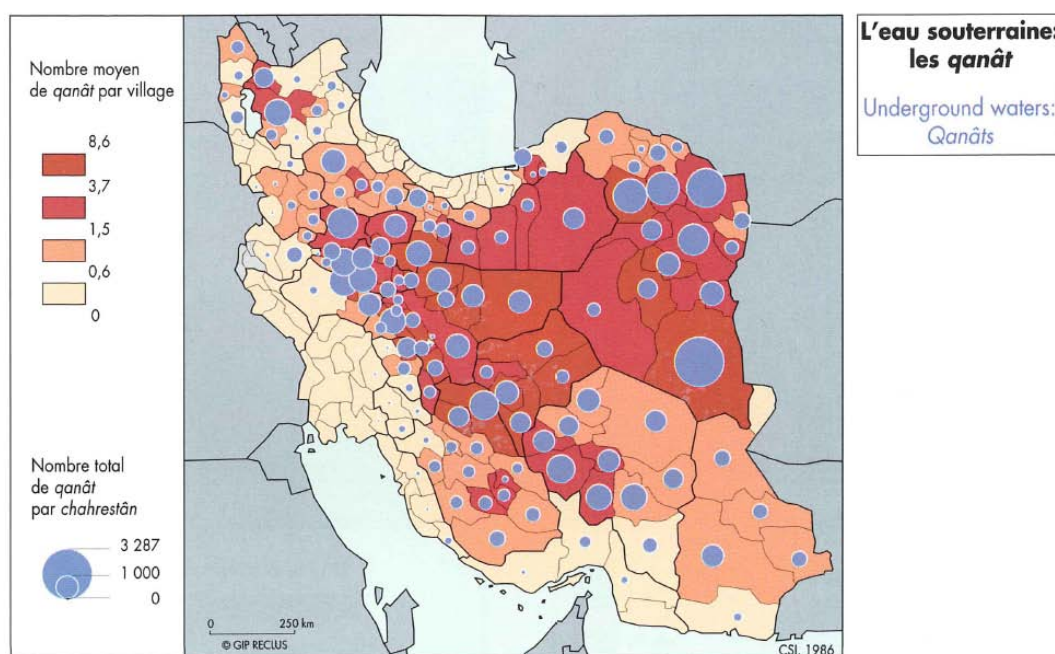
La determinación de cómo serán representadas las variables visuales y cuantas pueden superponerse en un mismo mapa es una de las más complicadas decisiones del proceso cartográfico, es esta la razón por la cual el geógrafo debe conocer profundamente no solo los fenómenos geográficos que serán representados conjuntamente, puesto que resulta conveniente que estén relacionados de cara a que la cartografía resulte más explicativa; si no también los parámetros que permitan una exposición estética y equilibrada puesto que la saturación de elementos superpuestos o la mala adjudicación de peso visual puede invalidar el resultado final.

No es la única manera de utilizar conjuntamente color y tamaño, cuya elección depende de la lectura que se desea por parte del receptor o de las características de las propias variables reales representadas. Es también posible superponer las variables sobre distintos tipos de implantación lo que facilita el empleo de un número más elevado de variables reales en la cartografía. El ejemplo mostrado (Vid. Mapa 2-17) permite apreciar la utilización de las mismas variables pero sobre tipos de implantación diferentes: el tamaño sigue manteniéndose sobre los elementos puntuales mientras que el valor ha sido transferido a la implantación superficial, de forma que la imagen cartográfica es diferente aun utilizando las mismas piezas para construirla. Sería positivo indicar, aunque ya se ha señalado y se señalará en páginas siguientes, que la aplicación del color o del valor sobre superficies debe realizarse con exquisito cuidado, relacionando siempre la variable real con la superficie del polígono que la contiene, puesto que de cualquier otra forma el resultado es incorrecto.



Mapa 2-16: Cambios de población, 1928. Atlas de Grecia, (Sivignon, 2003)

Conviene mencionar que el límite de la percepción se sitúa en la aplicación de dos variables sobre los elementos punto o línea unido a una tercera expuesta superficialmente. A la hora de superponer tantos elementos es importante también utilizar correctamente la variable color, siendo conveniente dejar las gamas de grises, que aportan sensación de neutralidad, para los elementos poligonales mientras que los cambios de color se producen sobre implantaciones lineales o puntuales.



Mapa 2-17: El agua subterránea; Atlas de Irán, (Hourcade et al., 1998)

La segunda de las formas de utilización conjunta remite a la **combinación**, operación referida al empleo de más de una variable visual para la codificación de tan solo una variable real. Literalmente combinar se define como *unir cosas diversas, de manera que formen un compuesto o agregado*, y ese es el significado que adopta en cartografía temática: la unión de dos variables visuales formando una nueva.

El concepto no es sencillo de asimilar, además de que no es posible combinar todas las variables retinianas entre sí, no todas ellas son compatible para su uso combinado.

Las composiciones más comunes de variables visuales vienen de la mano del empleo conjunto del color y del valor, lo que en los textos bertinianos se denomina tono. Básicamente se puede describir como la utilización de colores graduados, puesto que en el resultado final la percepción del valor domina a la del color, siendo asumida de esta forma la propiedad ordenada del primero. (Vid. Figura 2-57)

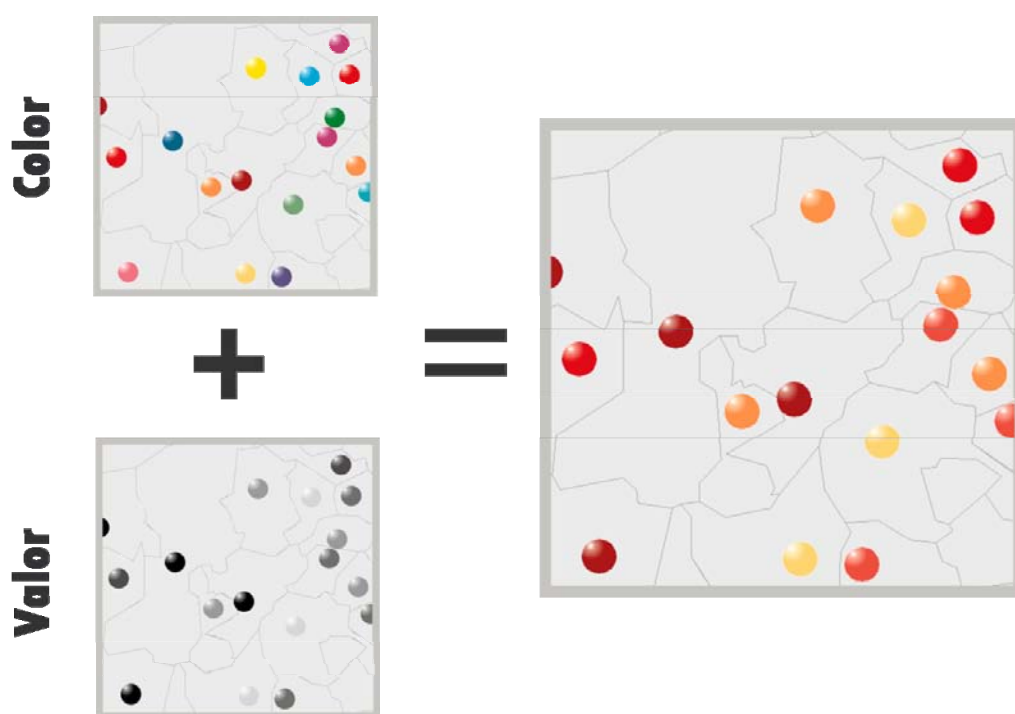
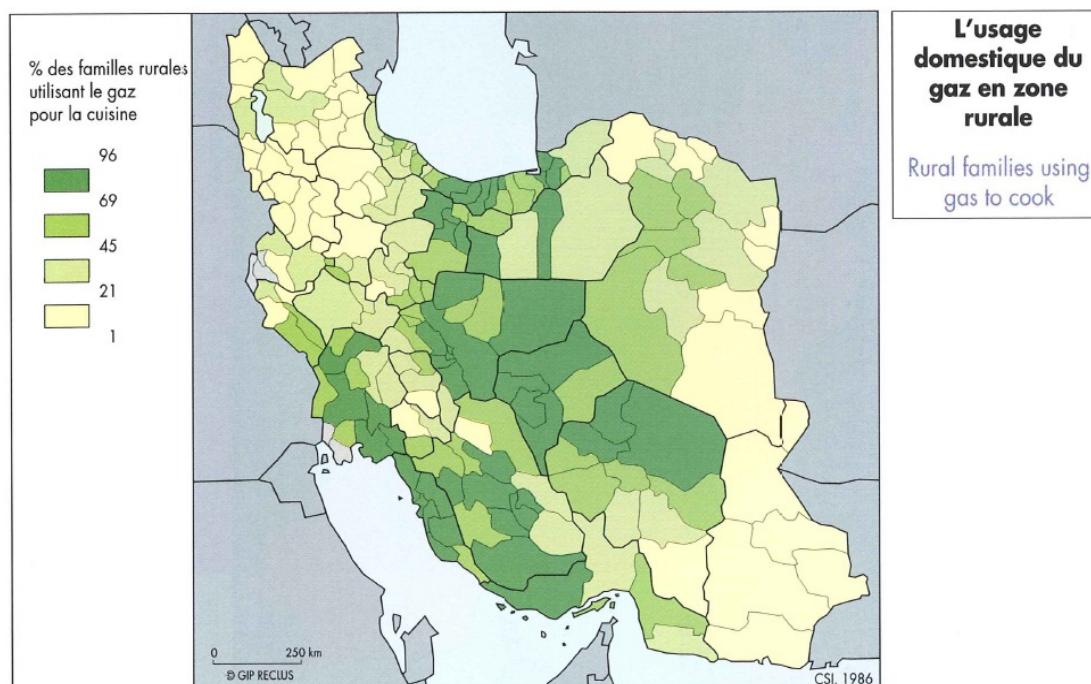


Figura 2-57: La combinación de color y valor para dar como resultado el tono. Elaboración propia.

Las ventajas de la utilización del tono vienen de la mano de una lectura más sencilla, el lector sin formación cartográfica previa raramente distingue que está tratando con dos variables visuales de características diferenciadas, presta atención tan solo al resultado final que refuerza la sensación de jerarquía y orden que aporta el valor completándolo con la alta capacidad de transmisión del color.

La leyenda del mapa presentado (Vid. Mapa 2-18) utiliza de forma combinada el color y el valor, es cierto que existe una gradación evidente que permite diferenciar los objetos geográficos en los que existen mayor porcentaje de familias que utilizan el gas para la cocina gracias a una progresión del valor, pero no es menos cierto que la leyenda comienza en un

color amarillo y acaba en verde, hecho que confirma ineludiblemente el uso combinado de ambas variables reales para expresar una sola real.



Mapa 2-18: El uso doméstico del gas en zonas rurales; Atlas de Irán, (Hourcade et al., 1998)

Una de las variables más complejas de entender es la textura en parte por su escasa presencia estética en la era de la imagen. Sus características ya han sido expuestas en páginas anteriores sin embargo cabe mencionar que su complejidad, en gran medida, se presenta relacionada con la capacidad de esta variable de combinarse con el resto, lo que genera una serie de conceptos que dependen radicalmente del autor y de la escuela cartográfica.

De la Semiología Gráfica de Bertin puede deducirse que la combinación entre textura y tamaño es conocida como grano (Bertin, 1983), Zanin y Cauvin reconocen toda una serie de conceptos ligados a la misma: trama, estructura, orientación, alejamiento, densidad... (Zanin y Trémelo, 2002; Cauvin *et al.*, 2007b) mientras que Robinson expone la dualidad entre variables primarias y secundarias, de forma que textura sea la variable primaria y sus características aparezcan como secundarias: disposición, tamaño, espaciamiento y orientación (Robinson *et al.*, 2006).

Lo cierto es que la textura permite su combinación con el resto de variables visuales creando diferentes patrones texturales (*Vid. Figura 2-58*) que en general asumen las características de la segunda variable que se utiliza: En la unión de textura y valor (*Vid. Figura 2-58.a*) predomina la capacidad de ordenar de esta última, al igual que sucede en la combinación textura-tamaño (*Vid. Figura 2-58.b*), donde incluso es posible intuir la propiedad cuantitativa de la graduación de dimensiones aunque lo cierto es que no resulta en absoluto de fácil lectura.

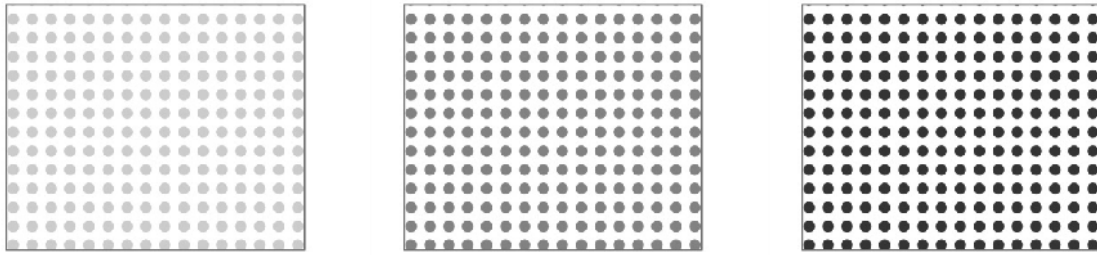


Figura 2-58.a. Combinación de la textura con la variable valor.

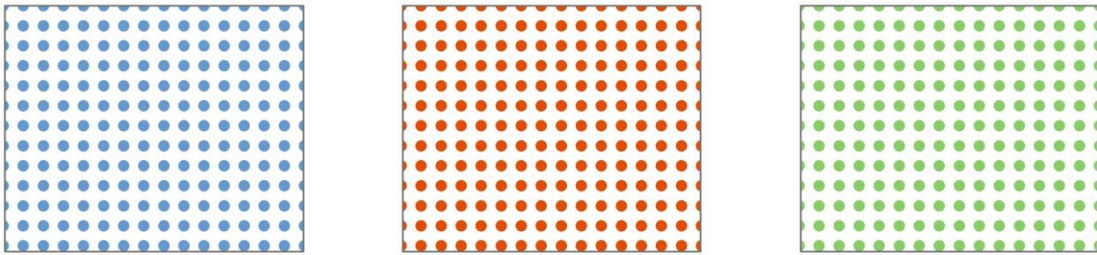


Figura 2-58.b. Combinación de la textura con la variable color.

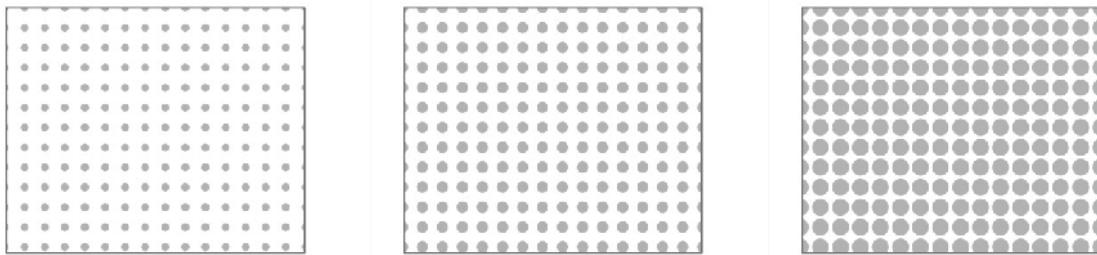


Figura 2-58.c. Combinación de la textura con la variable tamaño.

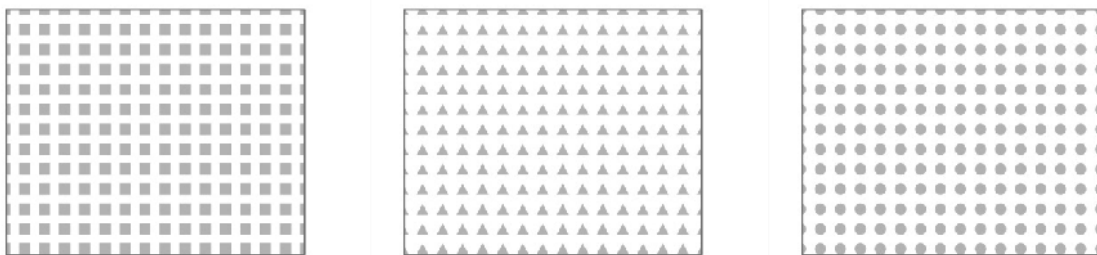


Figura 2-58.d. Combinación de la textura con la variable forma.

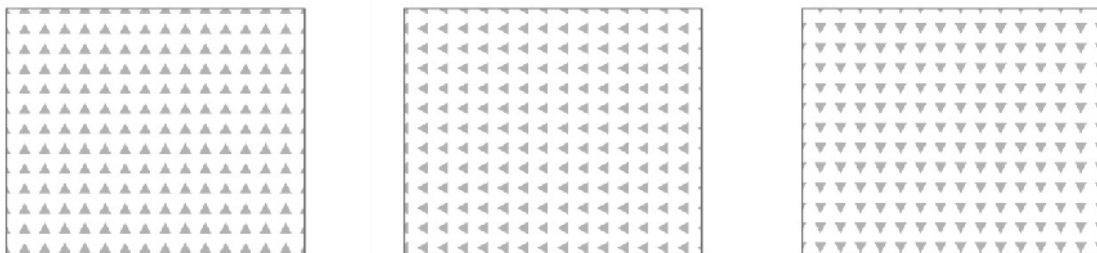


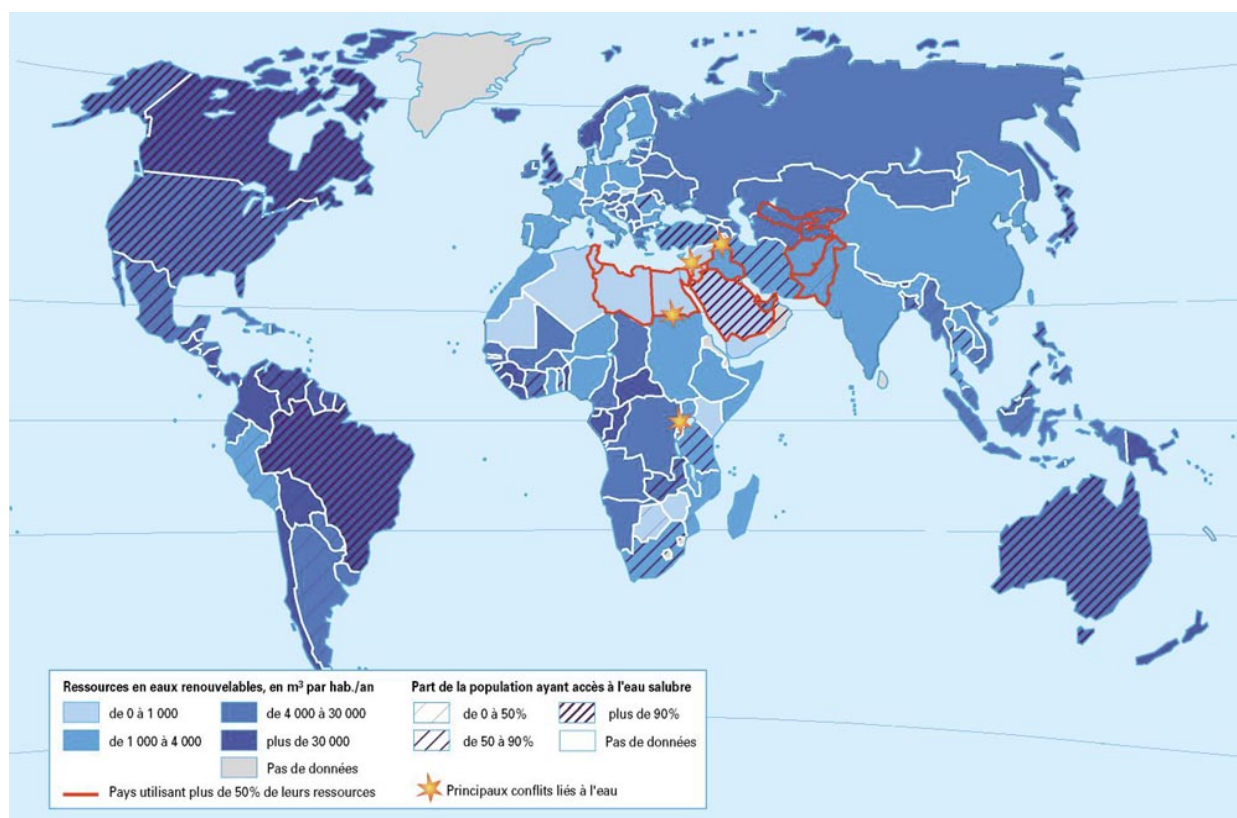
Figura 2-58.e. Combinación de la textura con la variable orientación.

El uso combinado de color y textura (*Vid. Figura 2-58.b.*) asume el potencial diferenciador que caracteriza la variable color, de igual forma que sucede con la forma (*Vid. Figura 2-58.d.*) y la orientación (*Vid. Figura 2-58.e.*).

La alta complejidad que puede alcanzar la cartografía se refleja en que existe la posibilidad real de **realizar en un mismo mapa superposiciones y combinaciones de variables visuales**, el reto consiste en que el lector no perciba el mapa como un documento de difícil interpretación, cuya lectura requiere un esfuerzo adicional.

De esta manera en el mapa que se presenta (*Vid. Mapa 2-19*) aparecen cuatro variables reales, dos de las cuales se han codificado de manera muy sencilla mostrando un simple resaltado en rojo de los países que utilizan más del 50 por ciento de sus recursos y localizando con un símbolo puntual los principales conflictos relacionados con el agua.

La cantidad disponible de aguas renovables se representan mediante la variación del valor, más oscuro representando valores más elevados y el porcentaje de población con acceso al agua potable con una combinación de valor y textura con espaciamiento, que permite la percepción del resto de elementos del mapa sin crear un documento complejo aunque si portador de mucha información.



Mapa 2-19: Conflictos con el agua, *Le Monde Diplomatique*, 2000.

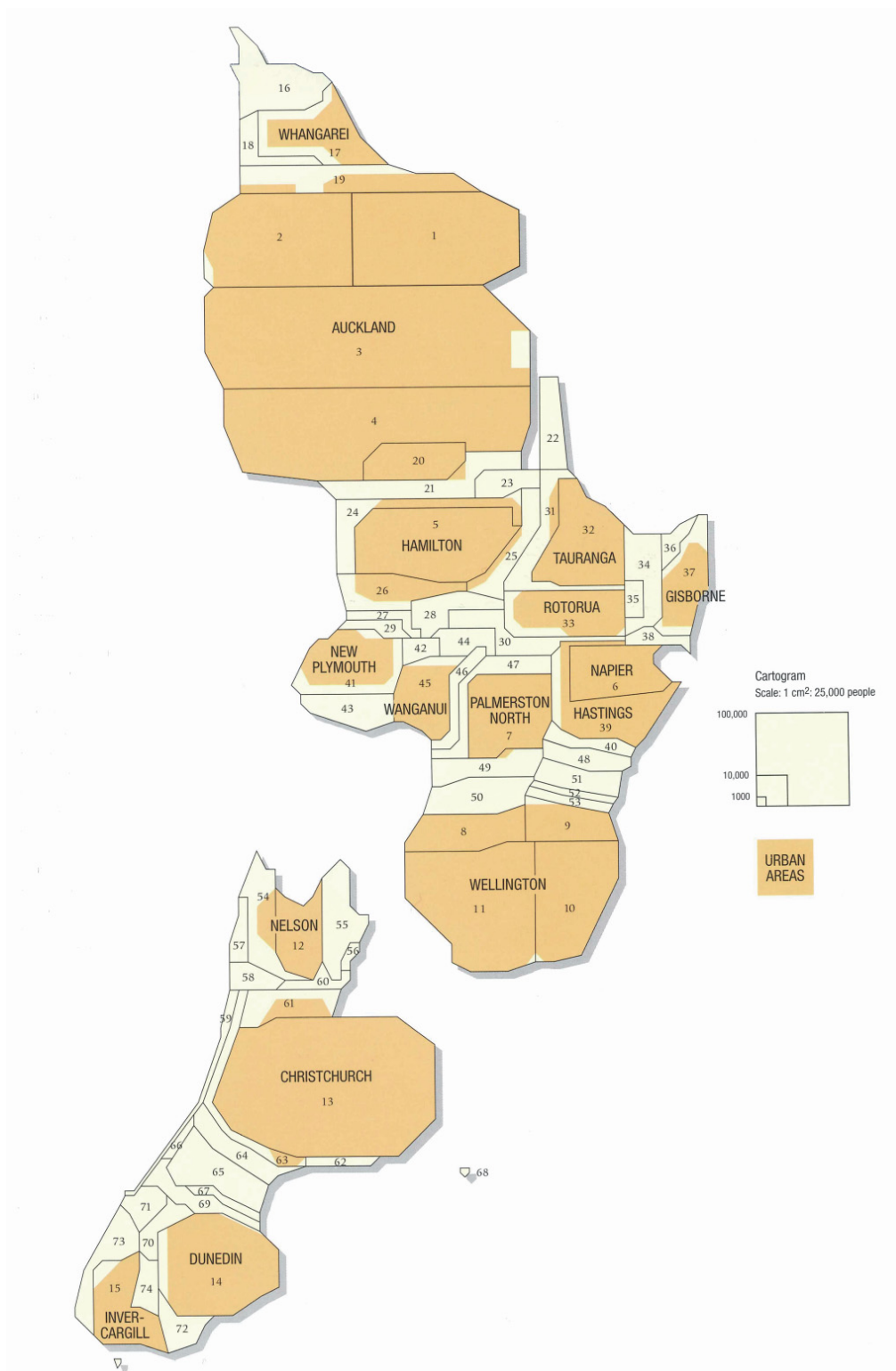
El uso adecuado de las variables visuales en relación con los tipos de implantación

La mayor parte de los manuales de cartografía temática se esfuerzan por ofrecer ejemplos válidos de la apariencia que tendría cada una de las combinaciones existentes entre todos los tipos de implantación y todas las variables visuales y esta tesis no es menos. Sin embargo, es un esfuerzo baldío, debido a que las potencialidades del sistema de codificación cartográfica recaen tan solo en un porcentaje reducido de esas posibles combinaciones. Es tarea del geógrafo no solo encontrar esas combinaciones sino también buscar la que mejor se adapta al mensaje que quiere transmitir. Se detendrá brevemente la explicación para exponer los cruces mencionados indicando cuales se consideran como de uso aconsejado, cuales es posible utilizar aunque existan algunas matizaciones a tener en cuenta y cuales están radicalmente desaconsejados (*Vid. Figura 2-59*) (Bertin, 1983; MacEachren, 1995; Slocum *et al.*, 2005).

(1) Tamaño:

- a. **Implantación puntual:** Existe una excelente correspondencia entre la variable real cuantitativa y su expresión gráfica a través del tamaño de los símbolos puntuales, es la única posibilidad de reflejar cantidades en cartografía de forma proporcional consiguiendo que cada uno de los elementos esté graduado en relación exacta con la cifra que representa. La interpretación de este tipo de simbología resulta sencilla e intuitiva para el lector hecho que potencia su utilización.
- b. **Implantación lineal:** Las ventajas son similares a las expuestas para la implantación puntual sin embargo la utilización de líneas directamente graduadas según información cuantitativa no resulta de tan fácil lectura como sucede con los puntos, de forma que se recomienda la discretización por intervalos para hacer posible su interpretación.
- c. **Implantación superficial:** Por definición no sería posible la combinar la variable tamaño con polígonos puesto que la modificación de la superficie de los mismos implica la pérdida de la exactitud de representación espacial. Sin embargo se presentan dos posibles opciones:
 - Mapas anamórficos y Cartogramas: Son mapas que modelan el tamaño de la superficie de cada entidad en función de una determinada variable real de forma que al aplicar esta técnica se pierden las relaciones espaciales y aparece una imagen distorsionada. Destacan por ser documentos impactantes que obligan al lector a reflexionar ya que tiene que comparar el gráfico espacial que tiene delante con el mapa mental convencional que tenga de la zona cartografiada, por lo que es recomendable realizar este tipo de cartografía sobre regiones que se presupongan conocidas para el público de destino. Este tipo de representaciones supone la priorización de la componente temática frente a la exactitud espacial (*Vid. Mapa 2-20*).

- Combinación tamaño-textura: Esta opción, aun siendo cierto que su realización técnica es posible y que puede aportar la sensación de gradación y ordenamiento de los elementos, no se recomienda entre otros aspectos por su limitada capacidad de transmisión del mensaje y por la deficiente sensación estética que genera.



Mapa 2-20: Cartograma de Nueva Zelanda, en base a la población residente. (Kirkpatrick, 2005).

(2) Valor

- a. **Implantación puntual:** La interpretación derivada de este tipo de representaciones se caracteriza por resultar de fácil lectura dando una adecuada sensación de orden. Tan solo una matización es conveniente tener en cuenta: los objetos puntuales deben de tener dimensiones suficientes para que sea posible percibir los cambios de valor, por lo que la longitud en estos casos se ve reducida y está condicionada por el tamaño de las figuras.
- b. **Implantación lineal:** Los aspectos a comentar son los mismos que los referidos a implantación puntual: es una codificación eficaz pero requiere líneas de un grosor suficiente para que se perciban correctamente las gradaciones de valor.
- c. **Implantación superficial:** Se revela como la mejor opción para explotar las potencialidades del valor a no ser que las entidades representadas sean muy pequeñas debido a una inadecuada elección de la escala de trabajo o a una base cartográfica especialmente compleja. El orden establecido por la propiedad ordenada del valor es percibido sin dificultad por el lector y resulta sumamente intuitivo en su interpretación. Tan solo cabe señalar que la utilización del valor sobre polígonos tiene que venir de la mano de la puesta en relación de la variable real con la superficie del objeto, de cara a evitar percepciones inadecuadas.

(3) Color:

- a. **Implantación puntual:** De igual forma que sucede con el valor, la aplicación del color sobre puntos genera cartografía de lectura sencilla, con la diferencia de que presenta una caracterización cualitativa de los mismos. Cabe mencionar que las dimensiones de los objetos pueden resultar inferiores a las utilizadas por la mencionada variable puesto que la percepción de distintos colores requiere menor esfuerzo por parte del receptor.
- b. **Implantación lineal:** Las características de esta combinación son semejantes a las explicadas para la implantación puntual, por lo que remitimos a la misma.
- c. **Implantación superficial:** Los colores aplicados sobre polígonos dan lugar a mapas con una elevada capacidad de comunicación puesto que el resultado tiene un importante impacto visual. Es por esto que el geógrafo debe de cuidar la elección de matices seleccionados puesto que la composición debe estar equilibrada buscando una presentación estéticamente agradable, sin saturaciones excesivas. Dado que el color es capaz de expresar caracterizaciones cualitativas su utilización sobre polígonos puede dar lugar a equívocos o situaciones de ponderación visual que no corresponde con la real.

Su aplicación directa roza el límite de la corrección puesto que no es posible relacionar la variable temática con la superficie de la entidad para que se adaptara completamente a la teoría.

(4) Textura:

- a. **Implantación puntual:** La utilización de la textura sobre objetos puntuales está altamente contraindicada, no solo por la dificultad de su lectura, la limitada longitud que ofrece, las pocas posibilidades de simbolización que presenta, su escasa presencia estética y su necesidad de un tamaño mínimo de los puntos considerable; si no sobre todo porque existen alternativas que brindan numerosas ventajas y posibilitan la transmisión del mismo mensaje incluso sin tener que hacer uso del color que puede ser el principal limitante. En caso de ser cualitativo la forma es una mejor opción y si por el contrario la representación es ordenada el tamaño o el valor expresan el mismo concepto con mayor claridad.
- b. **Implantación lineal:** Es una aplicación con menos argumentos de rechazo que la anterior, si es posible utilizar valor o color para su aplicación ordenada o cualitativa son mejores opciones. La textura, especialmente vinculada a variables cualitativas y empleada con una longitud escasa ofrece una lectura sencilla, aun siendo cierto que la línea necesita tener un grosor mínimo para que pueda ser interpretado.
- c. **Implantación superficial:** Una de las principales desventajas de esta combinación es el aspecto arcaico que le confiere a los mapas, lo que se debe a que la cartografía anterior al desarrollo y expansión de los ordenadores personales y al abaratamiento de la impresión de calidad en color recurría a la utilización de texturas para codificar la información temática. Es por esto que existiendo la posibilidad de utilizar color o valor como alternativa se recomienda su priorización respecto a la textura. En cualquier caso una buena selección de las tramas, con un número escaso de intervalos puede resultar eficiente, y sobre todo apoyar, en combinación con el color, la construcción de leyendas que requieran un número elevado de clases.

(5) Orientación:

- a. **Implantación puntual:** Esta es en realidad la única opción aceptable para el empleo de la variable orientación, ya que por definición ni las líneas ni los polígonos deberían verse modificados a este respecto si se quiere mantener la veracidad geográfica. No posee demasiadas ventajas a la hora de codificar información cualitativa sin embargo se revela especialmente eficaz a la hora de indicar direcciones ligadas a variables de movimiento o flujo.

- b. Implantación lineal:** Como ya se ha indicado su utilización no es posible, estrictamente hablando, tan solo en el caso de ir ligada a la variable textura podría considerarse y lo cierto es que ese tipo de representaciones tiene un limitante claro: es necesario un grosor importante para que sea posible percibir los cambios en la orientación en el marco de las líneas. Aun siendo superficie suficiente esta combinación requiere un esfuerzo adicional para su lectura por parte del público a lo que se le une una pobre presentación estética.
- c. Implantación superficial:** Al igual que el caso anterior su uso no es estrictamente correcto, tan solo combinado con la textura ofrece posibilidades válidas. Las limitaciones son numerosas siendo la principal el acusado efecto vibratorio que se genera al aplicarlas sobre polígonos adyacentes, que prácticamente inhabilita la interpretación del mapa. Solo posee capacidad de expresar cualidades por lo que casi cualquier alternativa es preferible.

(6) Forma:

- a. Implantación puntual:** Los símbolos puntuales caracterizados con diferentes formas poseen buenas cualidades para la transmisión de mensajes cartográficos cualitativos. En el caso de ser figuras iconográficas resultan enormemente intuitivas llegando en algunos casos a ser autoexplicativas, mientras que las formas geométricas componen cartografías más sencillas y elegantes; ambos casos favorecen una presentación estética agradable.
- b. Implantación lineal:** Al igual que sucede con la orientación, una línea por definición no puede ser modificada en su forma por lo que su utilización se presenta ligada a la combinación de la misma con la textura. Esta no presenta longitudes excesivamente amplias, más de cuatro se considera inadecuado, siendo que, además, tan solo es posible usar figuras geométricas, ya que sería impensable concebir una línea como una sucesión de formas iconográficas. Es difícil acertar con la estética de este tipo de representaciones, siendo aconsejable la búsqueda de alternativas.
- c. Implantación superficial:** Su empleo tampoco es correcto por las razones ya explicadas anteriormente: no es posible modificar la forma de un polígono sin afectar a la exactitud geográfica que este debe mantener por lo que es la combinación con la textura la que hace posible su utilización. De nuevo resulta poco estética, difícil de percibir y que solo apoya la caracterización cualitativa de las entidades representadas. Se puede señalar que, de nuevo, un cuidado diseño de la leyenda podría apoyar su empleo ocasional.

VARIABLES VISUALES

TIPO DE IMPLANTACIÓN

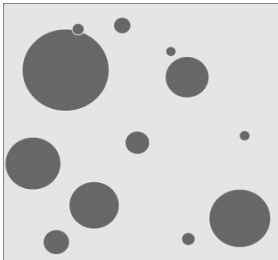

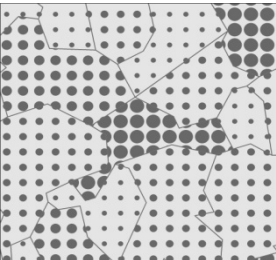
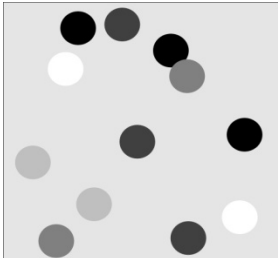
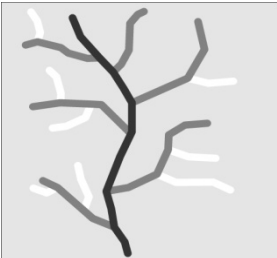
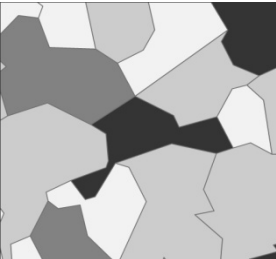
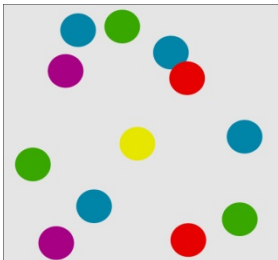
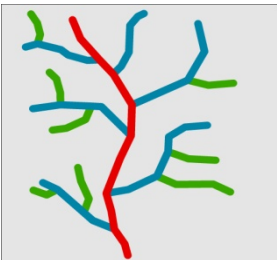

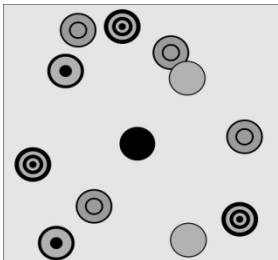
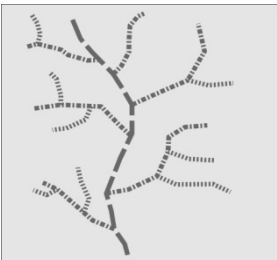
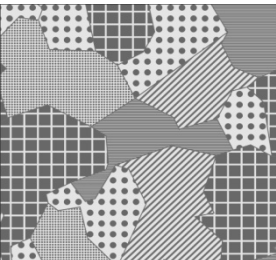




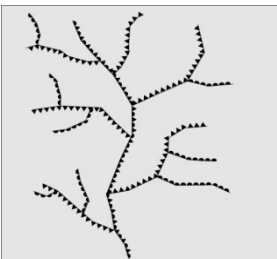
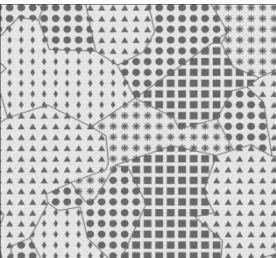
| | Puntual | Lineal | Superficial |
|-------------|---|---|--|
| Tamaño |  |  |  |
| Valor |  |  |  |
| Color |  |  |  |
| Textura |  |  |  |
| Orientación |  |  |  |
| Forma |  |  |  |

Figura 2-59: Combinaciones entre los tipos de implantación y las variables visuales. Elaboración propia.

2.4.3.2.1.3 La construcción de la leyenda

La **leyenda** es una relación ordenada de símbolos gráficos y alfanuméricos en la que se exponen de forma individual cada uno de los instrumentos de codificación cartográfica utilizados en el mapa (Zanin y Trémélo, 2002; Denègre, 2005; Robinson *et al.*, 2006).

La decodificación por parte del receptor de un mensaje en el marco de la cartografía se realiza de forma diferenciada a como sucede en otros procesos como el lenguaje escrito o hablado (Bertin, 1983). Es cierto que el lector debería disponer de conocimientos básicos sobre el código cartográfico, pero este saber no es suficiente para entender los mapas individuales, puesto que cada presentación cartográfica utiliza tan solo una parte del lenguaje. Es necesario plasmar la relación directa entre las variables reales y las visuales que las codifican para que se pueda interpretar el mensaje. Esta afirmación, que es válida en general, adquiere mayor importancia cuando se trata de expresar la propiedad cuantitativa de la variable tamaño, puesto que su capacidad de articular relaciones cuantitativas se vería reducida tan solo a relaciones ordenadas si no se pudiera disponer de leyenda.

En cualquier caso, es impensable un mapa sin leyenda, sin posibilidad de interpretación, tan solo en determinados mapas muy sencillos que utilizan generalmente la variable visual forma de forma autoexplicativa pueden prescindir de este elemento (Brewer, 2005).

La **función principal de la leyenda** es mostrar la organización entre las variables reales y sus homólogas en el mundo cartográfico: las variables visuales, en definitiva exponer la forma en la que ambas han sido estructuradas para transmitir un mensaje.

La **construcción de las leyendas** consiste, por lo tanto, en discretizar en primer lugar las magnitudes del fenómeno geográfico y en segundo lugar la variable visual que se ha seleccionado para representar las distintas clases de la real. Es importante que este proceso se articule en base al conocimiento geográfico de la información a representar, de los objetivos que se quieren transmitir, del grado de formación y capacidad de comprensión de quien va a leer y del soporte físico del mapa.

La discretización de la variable real: La distribución de los datos.

Uno de los problemas más comunes que se presenta es el de discretizar adecuadamente los valores de la variable real a representar, entendiendo este proceso como la operación que permite dividir las magnitudes cualitativas o cuantitativas en clases diferenciadas. Esta operación simplifica la información agrupando los objetos geográficos que presentan las mismas características en clases distintas (Zanin y Trémélo, 2002), es por esto que algunos autores lo enmarcan dentro del proceso de generalización (Robinson *et al.*, 2006) sin embargo en el marco de este discurso no se considera un proceso generalizador, si no de codificación informativa.

La construcción de la leyenda, en concreto la estructuración de la variable real no es un problema trivial, pues gran parte del poder de transmisión de la cartografía radica en la adecuada elección de los intervalos por lo que, junto con la organización de la información y la utilización correcta de los códigos cartográficos, se convierte en uno de los pasos fundamentales en el proceso de concepción cartográfica (Cheylan y Basciani-Funestre, 1989).

Un mapa necesita, a la vez, de una reflexión lógica y matemática para la distribución de unos intervalos, y de una carga visual adecuada y ponderada que facilite la percepción e interpretación visual del lector. Cuando se incide en alguno de estos dos aspectos, descuidando el otro, el resultado corre el riesgo de producir efectos indeseados sobre el receptor, modificando el mensaje que se quería transmitir.

Gran parte del problema proviene de una inadecuada discretización de las variables, ya sean las reales o la representación de las mismas, las variables visuales. Hay que partir de la idea de que, si bien no existen reglas absolutas para la elaboración de cartografía, siempre debe prevalecer la búsqueda del mejor método que permita traducir esa variable real a variable visual. Por ello, la selección de intervalos se convierte en uno de los elementos básicos que va a condicionar la percepción y comprensión de un mapa.

Una discretización adecuada se caracteriza por permitir la creación de clases homogéneas y distintas entre ellas de forma que los objetos geográficos de una misma clase se parecen más entre ellos que a objetos de otras clases (Zanin y Trémelo, 2002)

A la hora de considerar la discretización de las variables, conviene que se planteen toda una serie de cuestiones relacionadas con los objetivos previos de la investigación (Cauvin *et al.*, 1987; Bregt y Wopereis, 1990):

(1) Propósito o fin del mapa que se va a realizar. El mapa es un instrumento de comunicación entre un emisor y un receptor, que en el caso de la investigación y de la planificación territorial conlleva un efecto de retroalimentación biunívoca (el *feed-back* anglosajón) entre receptor y emisor. Por ello, es preciso que el autor sepa qué es lo **que quiere transmitir, a quién quiere transmitirlo, y por qué quiere transmitirlo**, todos ellos aspectos que, aunque deben de ser tenidos en cuenta en este momento, han debido de ser definidos en el apartado introductorio del proyecto cartográfico al principio del proceso. Como no existe un fin único, siempre conviene conocer al receptor para quien se destina la cartografía, su nivel de formación y comprensión gráfica y el interés que tiene por el tema (el mapa como instrumento de reflexión o de trabajo, o como simple presentación visual de resultados), ya que van a condicionar la elaboración del mapa.

(2) Base espacial para la representación de la variable. En ocasiones se desvincula la variable con el mapa a representar, cuando es básico para la adecuada selección de intervalos.

Cuando las unidades espaciales tienen una **superficie idéntica**, como las celdas o *pixel* en el formato *raster*, las relaciones de frecuencia de las clases o intervalos calculados sobre la distribución o la repartición son equivalentes. Pero si las **unidades espaciales** tienen superficies **diferentes**, como los términos municipales en el formato vectorial, el reparto de frecuencias perceptualmente no es el mismo a la distribución original, pudiendo quedar falseada la lectura del mapa.

(3) Características y especificidades de la variable a cartografiar. La misma variable se comporta en diferentes niveles según aspectos que ya han sido definidos su categoría, naturaleza, medida y distribución.

Según su **naturaleza** hay que plantearse si es cualitativa o cuantitativa y en el marco de esta última si es continua o discreta, no todos valores tienen significación y deben conservarse para la representación en el mapa. Esta cuestión es relevante para que la variable no pierda su contenido en su representación gráfica, aunque según unos u otros investigadores plantean la línea de un reagrupamiento o no: Mientras que Jenks y Coulson plantean la consideración de individualizadas de los valores de la variable (Jenks y Caspall, 1971; Coulson, 1987), Monmonnier y Muerhcke (Monmonier, 1982; Muehrcke, 1998) estiman que la información debe de ser simplificada y clarificada para que la comunicación sea óptima. La primera opción no reviste un grave problema para las representaciones de tipo puntual, aunque el ojo humano no percibe más que un número determinado de variaciones de tamaño en un símbolo, pero es más complejo en las representaciones por superficie, en el que también las limitaciones en la percepción del color y de los niveles de grises son mayores.

Igualmente no hay que olvidar que una variable para poder ser discretizada, ha de llevar asociado un nivel de **medida** (nominal, ordinal, intervalos, ratios, absoluta, medidas cíclicas, recuento y grado de pertenencia) que le permita conocer sus propiedades asociadas (Stevens, 1946; Chrisman, 1998; Chrisman, 2002).

También hay que considerar la **categoría** de la variable, entendiendo como la misma su tipología: fundamental o derivada, es decir si proviene de una medida o evaluación directa, o bien si es elaborada y transformada en un índice pudiendo ser producto de la ponderación de otras variables.

La **distribución** de la variable, es otro de los factores a considerar a la hora de la discretizar una variable, especialmente cuando su nivel de medida permite la cuantificación. Se pueden distinguir distintas familias:

- *Normales*: Próximas a la curva normal, se caracterizan por el hecho de que el mayor número de elementos se localiza en las clases centrales, disminuyendo progresivamente en los extremos (Hammond y McCullagh, 1980).
- *Asimétricas*: La asimetría supone una concentración de frecuencias más o menos acentuadas hacia un lado u otro de la media de la distribución. Son distribuciones sesgadas, donde la medida de sesgo es positiva o negativa dependiendo de si la concentración de la masa de los valores está por debajo o por encima de la media (Ebdon, 1982).
- *Respecto a la curtosis*: Entendiendo la misma como el grado de concentración de los valores en la parte de la distribución de frecuencia. Si esta se caracteriza por el hecho de que todos los valores posibles de la variable tienen frecuencias similares se denominará *platicúrtica*, encontrando su opuesto en las *leptocúrticas* que describen una distribución muy apuntada, concentrada en un solo punto. En el punto medio se encuentran las *mesocúrticas* (Ebdon, 1982).
- *Plurimodales*: Presentan un tratamiento delicado, pues presentan una distribución agrupada en torno a dos o más modas que no es homogénea o regular, por lo que hay que trabajar con umbrales (Barbancho, 1967).
- *No campaniformes*: Son distribuciones menos frecuentes pero también pueden darse; concentran los datos en un extremo o en ambos, por lo que se presentan en forma de L, de J o de U (Barbancho, 1967).

Llegado este punto resulta evidente que la discretización de la variable real no solo determina la forma en la que los datos se representan en la cartografía sino que además tiene un elevado impacto en la forma de interpretar el mapa. Existen una serie de métodos de clasificación de los datos ya desarrollados pero el problema estriba en determinar cuál de ellos es más adecuado para plasmar el mensaje, especialmente porque lo habitual es que el criterio más relevante sea el que es capaz de establecer el propio geógrafo basándose en su conocimiento previo tanto del problema como del territorio.

Un caso evidente que podría justificar el uso en exclusiva de uno de los métodos que se plantean sería el desconocimiento del tema por parte del investigador, pero entonces debería seleccionarse el más apropiado en base a una serie de criterios entre los que se puede mencionar: tener en cuenta la distribución de los datos, la facilidad en la comprensión del método, en la implementación del mismo y en el entendimiento de la leyenda derivada además de tener en cuenta el número de clases que pueden utilizarse para crear una clasificación significativa (Slocum *et al.*, 2005).

Figura 2-60a: Distribución normal

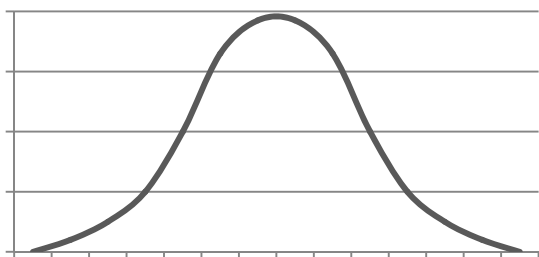


Figura 2-60b: Distribución plurimodal

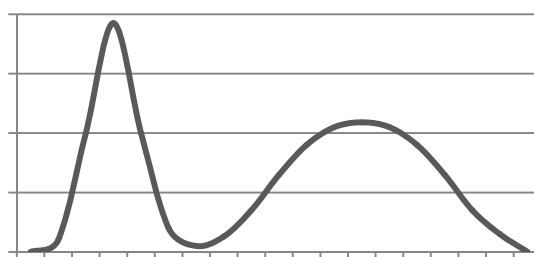


Figura 2-60c: Distribución asimétrica (Sesgo positivo)

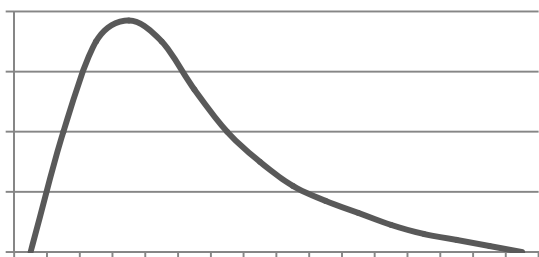


Figura 2-60d: Distribución asimétrica (Sesgo negativo)

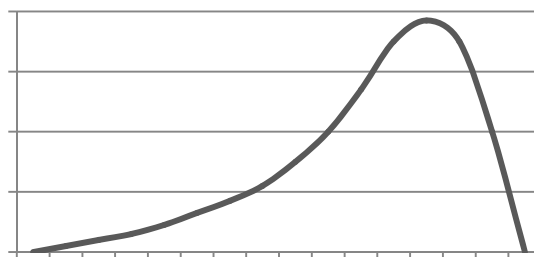


Figura 2-60e: Distribución leptocúrtica

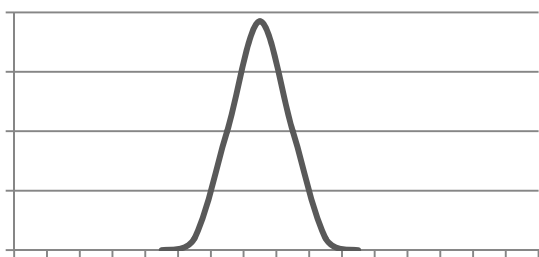


Figura 2-60f: Distribución platocúrtica

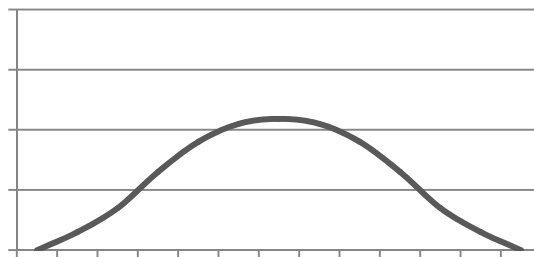


Figura 2-60g: Distribución en J

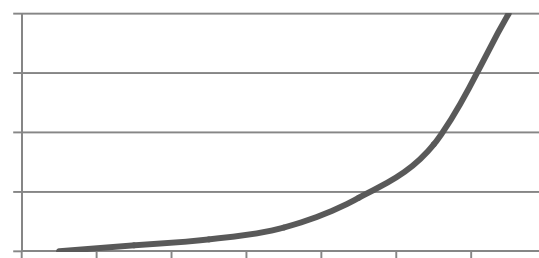


Figura 2-60h: Distribución en L

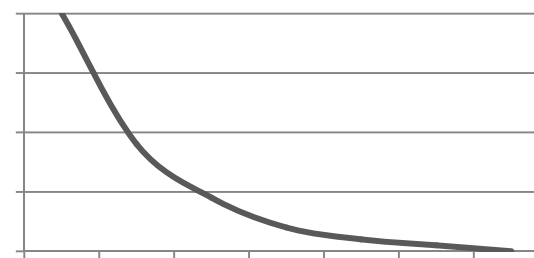


Figura 2-60i: Distribución en U

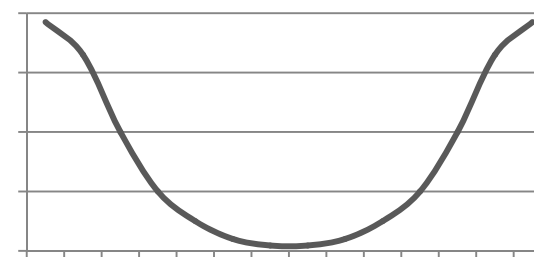


Figura 2-60: Presentación gráfica de diversos tipos de distribuciones.

Se procede a continuación a analizar más en profundidad los sistemas de discretización de los intervalos. Con la base espacial de las cuatro comarcas pirenaicas de Aragón (Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe y Ribagorza) a escala municipal y la información temática correspondiente a la densidad de cada entidad se muestran varios mapas que emplean los sistemas de clasificación más significativos, ya sea por su empleo o por que muestra un modelo singular. A esta cartografía se le añaden los gráficos de dispersión que permiten examinar la estructura interna de las distribuciones.

Los sistemas de clasificación pueden ser:

(A) Intuitivos o arbitrarios: en la que la experiencia del investigador conduce a una clasificación de intervalos *a priori* (Pueyo Campos, 1993; Poidevin, 1999b).

(B) Exógenos: Determinados según una referencia exógena y no sólo por los propios datos (Cebrián de Miguel y García Ferrandez, 1984; Cauvin *et al.*, 1987). Se pueden considerar umbrales que sin ser significativos en la distribución de la variable si lo sean de forma genérica, por ejemplo el umbral de 5 habitantes por kilómetro cuadrado para la densidad de población que se considera el límite del desierto demográfico.

Otro caso sería la utilización de leyendas preparadas para un año base que fueran utilizadas en cartografía de años posteriores, de forma que estuvieran determinadas de manera exógena.

La discretización de carácter exógeno resulta útil si pretende leerse simultáneamente más de un mapa, puesto que los intervalos no dependen directamente de los valores concretos de la variable para el territorio representado, sino de características generales de la información real. De este modo se facilita la comparación entre cartografías.

(C) Matemáticos: De entrada, hay que verificar la adecuación entre el principio matemático y el fenómeno estudiado, si no se pueden obtener resultados imposibles de interpretar o que deforman los principios de percepción de la realidad (Cebrián de Miguel y García Ferrandez, 1984; Cauvin *et al.*, 1987; Cheylan y Basciani-Funestre, 1989).

En este grupo se encuentran los siguientes métodos:

- **Intervalos iguales:** Se dividen los valores en intervalos que contengan el mismo número de datos, es decir se divide la cifra máxima de la variable real entre tantos intervalos como se desee establecer para obtener el rango de cada uno de ellos (Zanin y Trémelo, 2002). En el ejemplo el máximo es 31,3; queriendo establecer 5 intervalos cada uno deberá tener una amplitud de 6,26. Este método aunque matemáticamente correcto no suele proporcionar intervalos significativos de discretización de la variable excepto en distribuciones homogéneas, aunque es cierto que su simplicidad de uso y de comprensión puede facilitar el tratamiento de la leyenda (*Vid. Figura 2-61*).

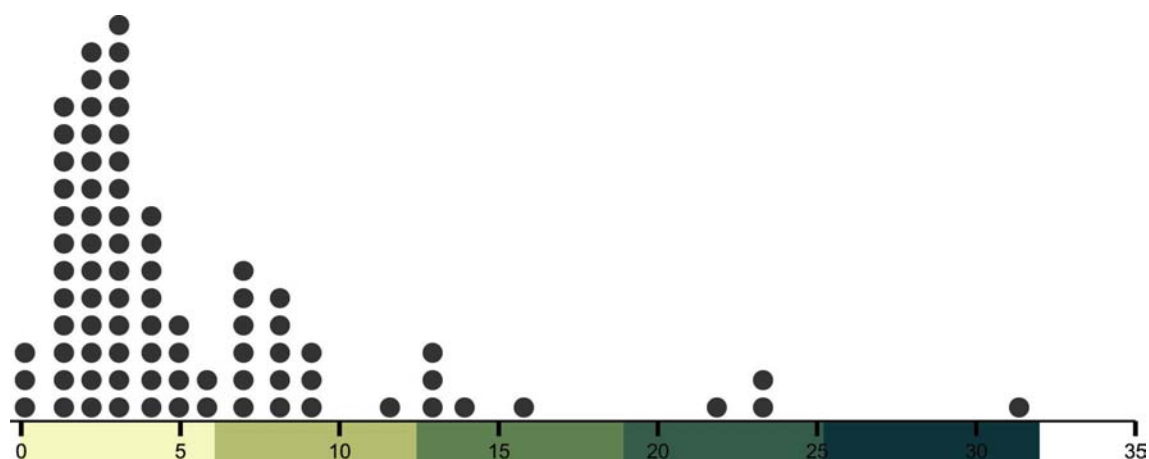
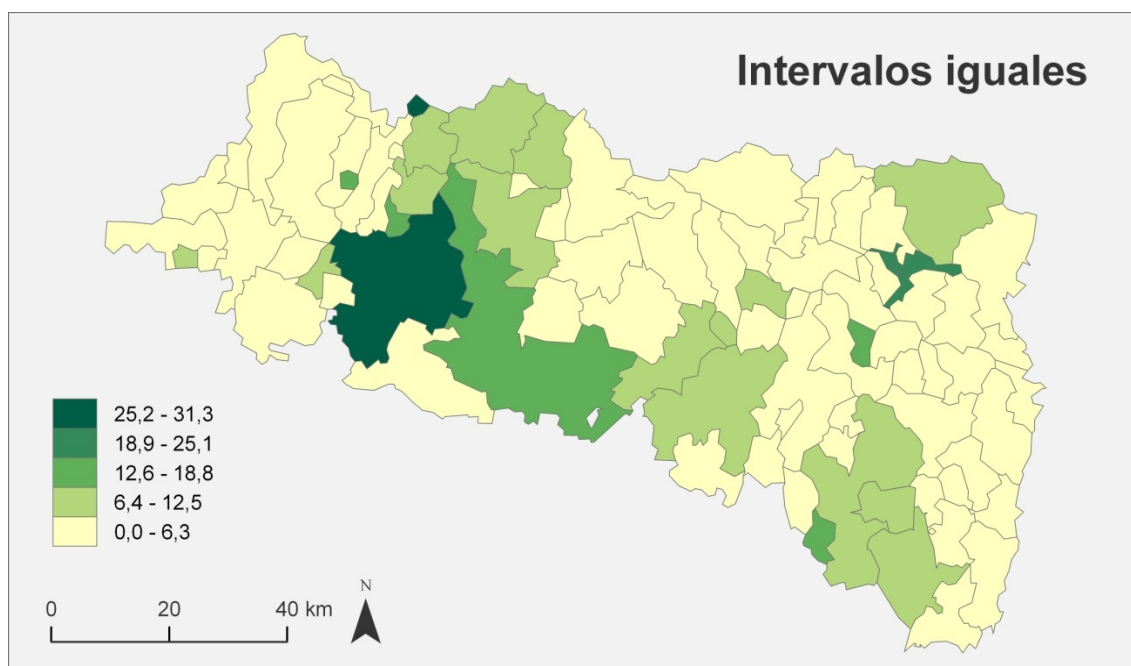


Figura 2-61: Sistema de clasificación por intervalos iguales. Elaboración propia.

2-61.a. Mapa de densidad de población cuya leyenda se ha discretizado mediante el sistema de clasificación de intervalos iguales.

2-61.b. Gráfica que presenta la distribución de los datos y los intervalos mediante los cuales se representan.

- **Intervalos definidos:** El investigador especifica el rango de cada intervalo en vez de determinar el número de los mismos (Slocum *et al.*, 2005). Al igual que el método anterior, la creación de intervalos definidos es un sistema técnicamente correcto pero no demasiado adecuado para presentaciones geográficas, especialmente porque rara vez las variables tienen distribuciones homogéneas que serían las que podrían encontrar mayores virtudes en las discretizaciones de carácter matemático.

En este caso (Vid. Figura 2-62) se ha establecido que cada clase debe tener un rango de 7, de forma que son necesarios 5 para configurar la clasificación.

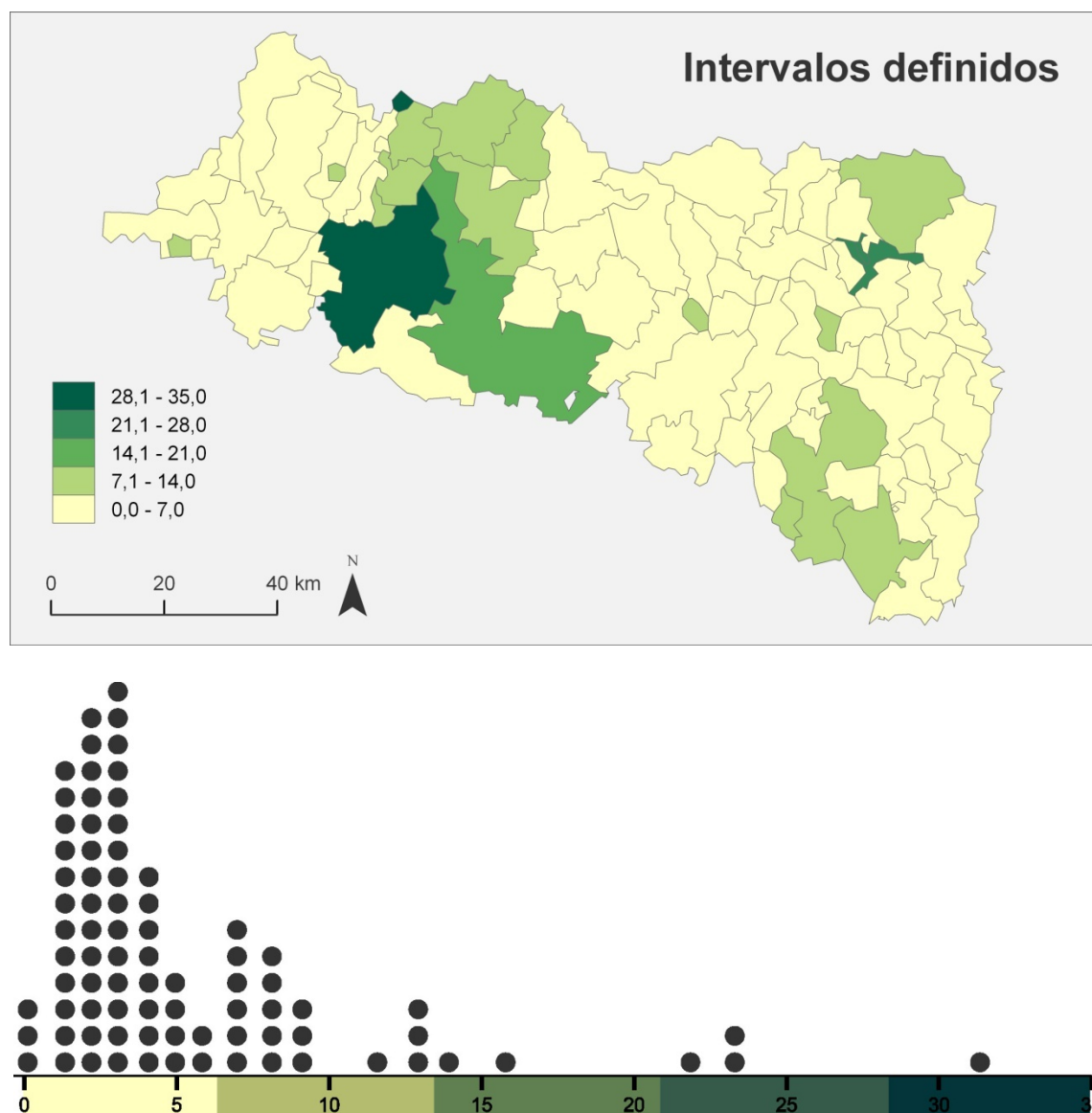


Figura 2-62: Sistema de clasificación por intervalos definidos. Elaboración propia.

2-62.a. Mapa de densidad de población cuya leyenda se ha discretizado mediante el sistema de clasificación de intervalos definidos.

2-62.b. Gráfica que presenta la distribución de los datos y los intervalos mediante los cuales se representan.

(D) Estadísticos: Estos métodos de discretización hacen referencia a los métodos estadísticos clásicos, todos ellos responden a un estudio de frecuencias y no de valores concretos de la variable. Estas clasificaciones tienen la ventaja de ser consideradas universales, ya que responden a bases teóricas explicables estadísticamente, pero privilegian las características de la distribución, en detrimento en ocasiones de la imagen espacial (Pueyo Campos, 1993). Pueden señalarse en este apartado los siguientes sistemas de clasificación:

- **Desviación estándar:** Las clases se forman por adición o sustracción de la desviación estándar respecto a la media (Poidevin, 1999b). Puede resultar adecuada para cartografiar fenómenos de los que no se disponga de conocimiento o información preliminar, sin embargo presenta un importante inconveniente: solo

funciona adecuadamente con distribuciones de carácter normal. Otra de las desventajas de la utilización de discretizaciones de carácter estadístico es que requiere una formación previa del lector, al que se le presupone la comprensión y asunción de conceptos como media, desviación estándar o distribución normal, sin los cuales no es posible realizar una lectura comprensiva del mapa (Cebrián de Miguel y García Ferrandez, 1984; Cauvin *et al.*, 1987; Cheylan y Basciani-Funestre, 1989). Centrándonos en el ejemplo presentado (*Vid. Figura 2-64*) debe tenerse en cuenta que la media es 5,4 mientras que la desviación estándar tiene un valor de 5,6. De esta forma se configuran 5 intervalos de los cuales tan solo uno está por debajo de la media, otro abarca $\pm 0,5 \sigma$ (desviaciones estándar) respecto a la media, y el resto de $0,5 \sigma$ a $1,5 \sigma$, de $1,5$ a $2,5 \sigma$ y más de $2,5 \sigma$.

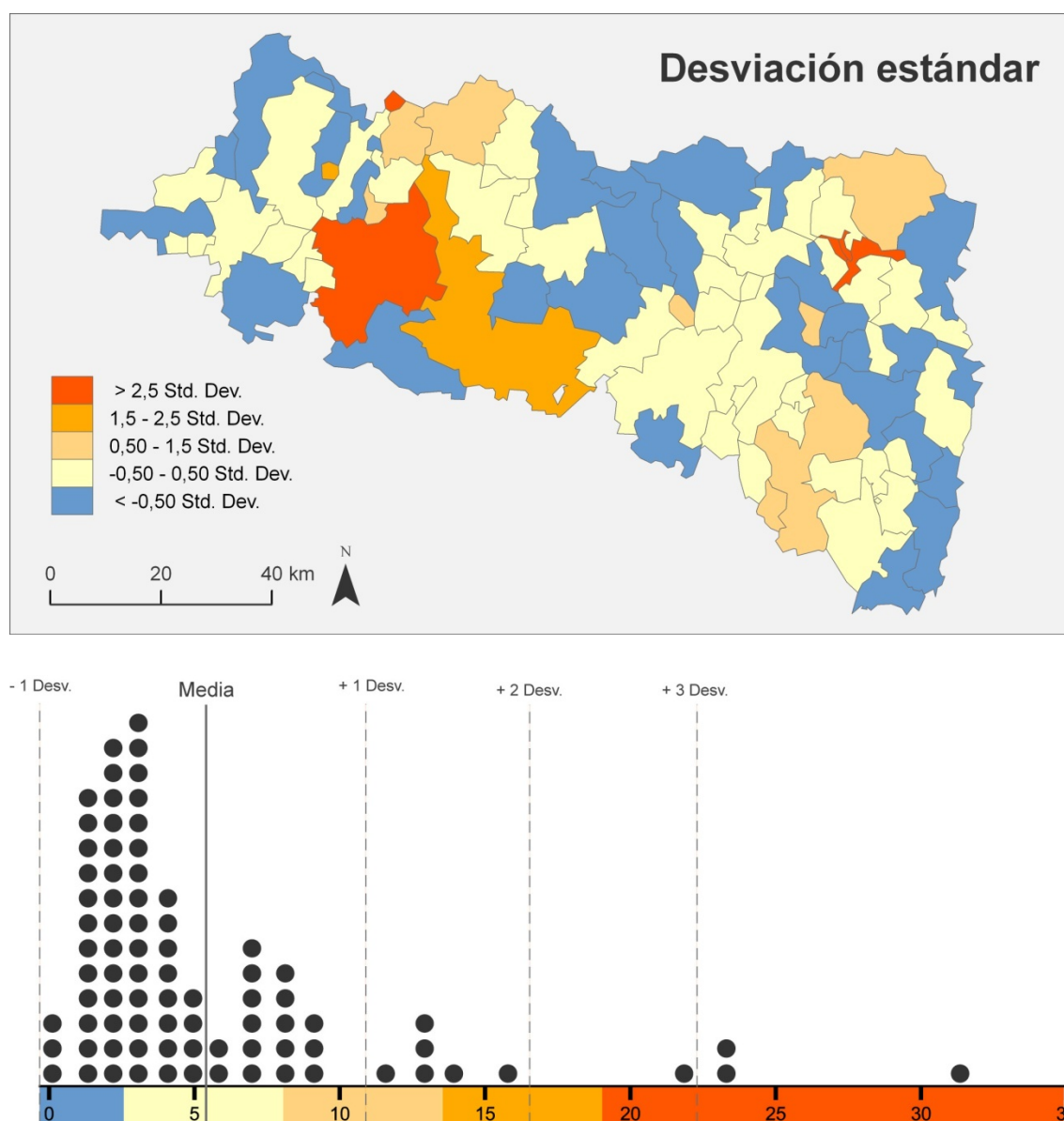


Figura 2-63: Sistema de clasificación basado en la desviación estándar. Elaboración propia.

2-63.a. Mapa de densidad de población cuya leyenda se ha discretizado mediante el sistema de clasificación basado en la desviación estándar.

2-63.b. Gráfica que presenta la distribución de los datos y los intervalos mediante los cuales se representan.

- **Cuantiles:** En este método cada clase contiene el mismo número de objetos, puede determinarse el número de intervalos que se considere adecuado y respecto al mismo calcular los cuantiles (Poidevin, 1999b).

Las ventajas e inconvenientes son compartidas con el método anterior por lo que resulta innecesario su exposición nuevamente, sin embargo si puede mencionarse el hecho de que la cartografía realizadas con la discretización por cuantiles presenta una cualidad característica: el equilibrio en la exposición del color, el hecho de haber distribuido homogéneamente los datos entre los diferentes intervalos tiene como consecuencia que existan el mismo número de entidades para cada variable visual de forma que la sensación estética es armónica existe una conveniente proporción y correspondencia de unos elementos con otros. La distribución presentada (Vid. Figura 2-64) consta de 82 valores, por lo que cada intervalo tendrá 16 datos que lo conformen.

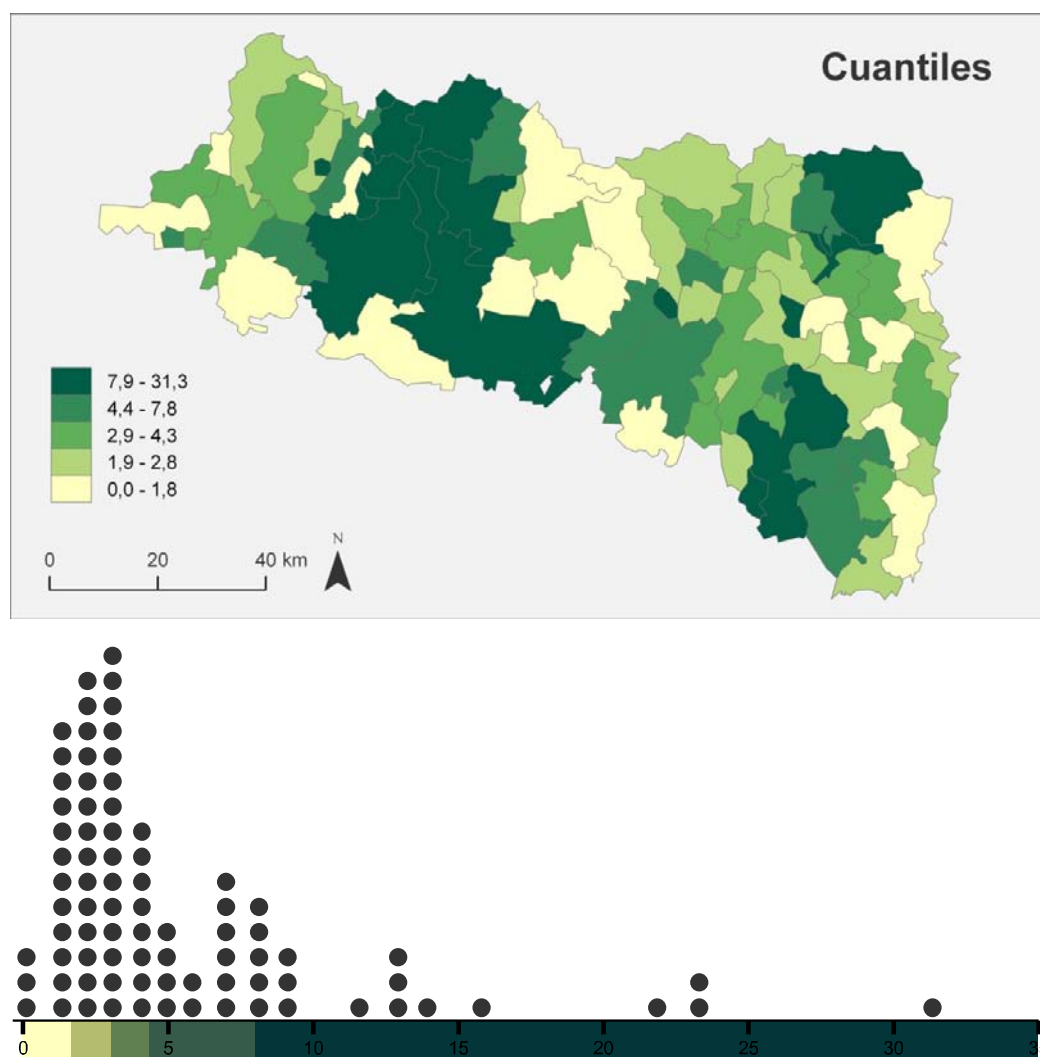


Figura 2-64: Sistema de clasificación por cuantiles. Elaboración propia.

2-64.a. Mapa de densidad de población cuya leyenda se ha discretizado mediante el sistema de clasificación por cuantiles.

2-64.b. Gráfica que presenta la distribución de los datos y los intervalos mediante los cuales se representan.

(E) **Gráficos:** Estos métodos se apoyan en la búsqueda de límites y umbrales de acuerdo con la representación gráfica de las frecuencias, el histograma, o la curva acumulativa (Cauvin *et al.*, 1987). Estos métodos son recomendados por muchos autores.

- **Rupturas máximas:** Se trata hacer intervalos en los que los valores sean similares, de esta forma se analizan las diferencias entre agrupaciones de valores y se toman las más significativas como umbral entre clases (Slocum *et al.*, 2005). Las limitaciones de este método están ligadas al hecho de que las rupturas de más entidad no tienen porqué configurar intervalos significativos para la distribución. No es aconsejable su uso y menos si es posible utilizar el método de rupturas naturales.

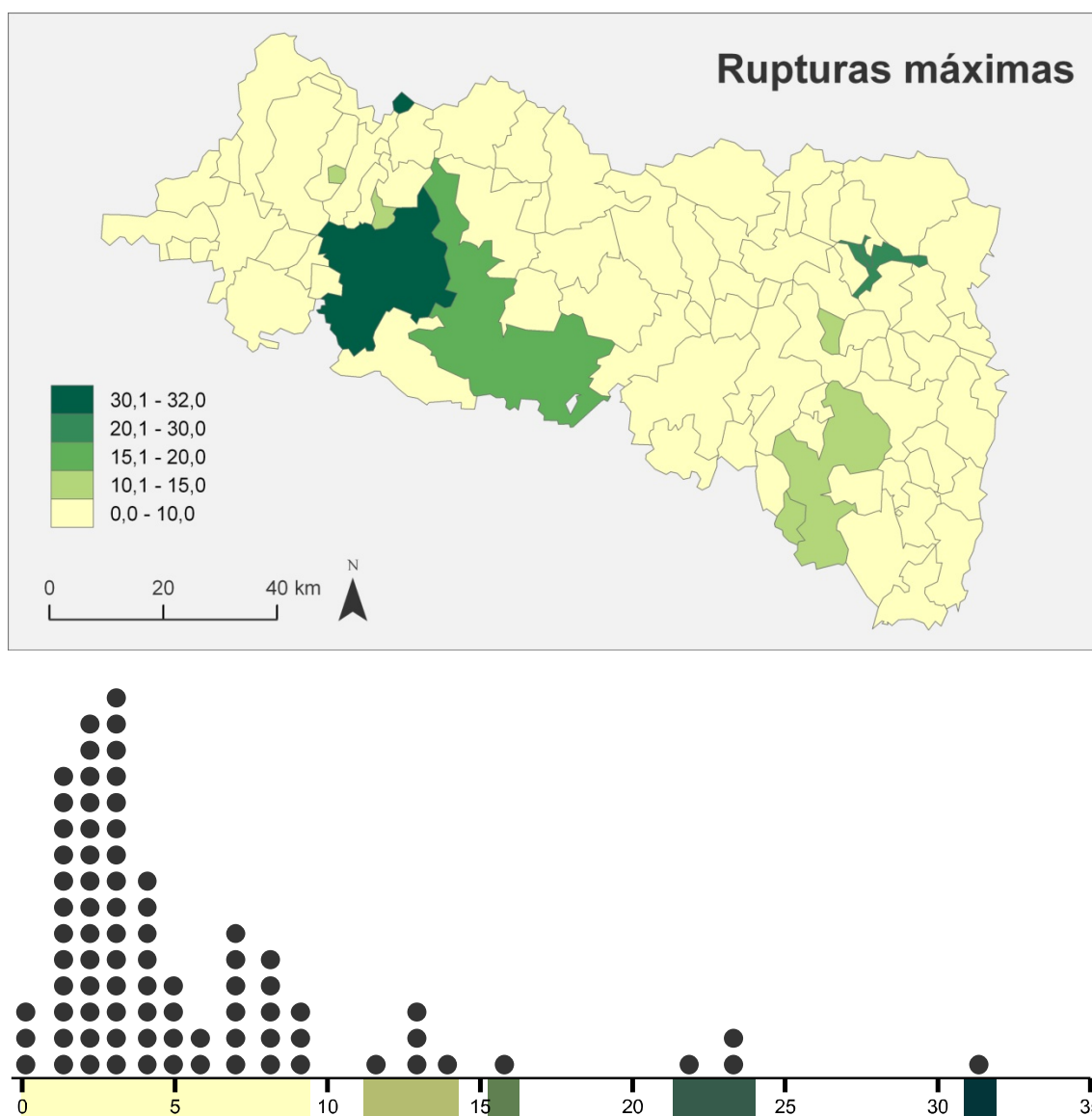


Figura 2-65: Sistema de clasificación por Rupturas Máximas. Elaboración propia.

2-65.a. Mapa de densidad de población cuya leyenda se ha discretizado mediante el sistema de clasificación por Rupturas Máximas.

2-65.b. Gráfica que presenta la distribución de los datos y los intervalos mediante los cuales se representan.

- **Rupturas naturales:** Soluciona en gran medida los problemas derivados del método anterior, en primer lugar se examina el gráfico de distribución de los valores para determinar los umbrales lógicos, aunque la distancia entre dos agrupaciones sea muy elevada no se considerará significativo el umbral si el número de valores incluidos no es relevante o lo que es lo mismo no se considerarán los umbrales máximos expuestos en el método anterior si estos no incorporan en los intervalos valores que justifiquen suficientemente la elección (Zanin y Trémelo, 2002).

Se puede decir que los intervalos se realizan en base a agrupamientos naturales inherentes a la distribución de los datos, la evolución de este sistema ha llevado a desarrollar algoritmos como Jenks-Caspall o Fisher-Jenks, (Jenks y Caspall, 1971; Coulson, 1987; Slocum *et al.*, 2005) para buscar los puntos más bajos en el histograma de frecuencias que pasan a considerarse los puntos de ruptura (*Vid. Figura 2-66*) (Slocum *et al.*, 2005).

Habitualmente es una buena opción para discretizar los valores de las variables y hacer una presentación gráfica adecuada, es un método intuitivo que resulta de fácil comprensión, hecho que simplifica tanto la codificación como la decodificación del mensaje. Este método es especialmente eficaz también para poner en evidencia los valores extremos que quedan enmarcados en intervalos propios, de forma que se acentúan en la representación cartográfica (Slocum *et al.*, 2005). Otra de las ventajas añadidas que ofrece este método es que está ampliamente extendido en el entorno de las TIG, tanto en los programas de cartografía automática como en los propios SIG.

Uno de los grandes inconvenientes de la utilización de las rupturas naturales es que es altamente dependiente de cada distribución en concreto, por lo que raramente ofrece la posibilidad de creación de leyendas para más de un mapa.

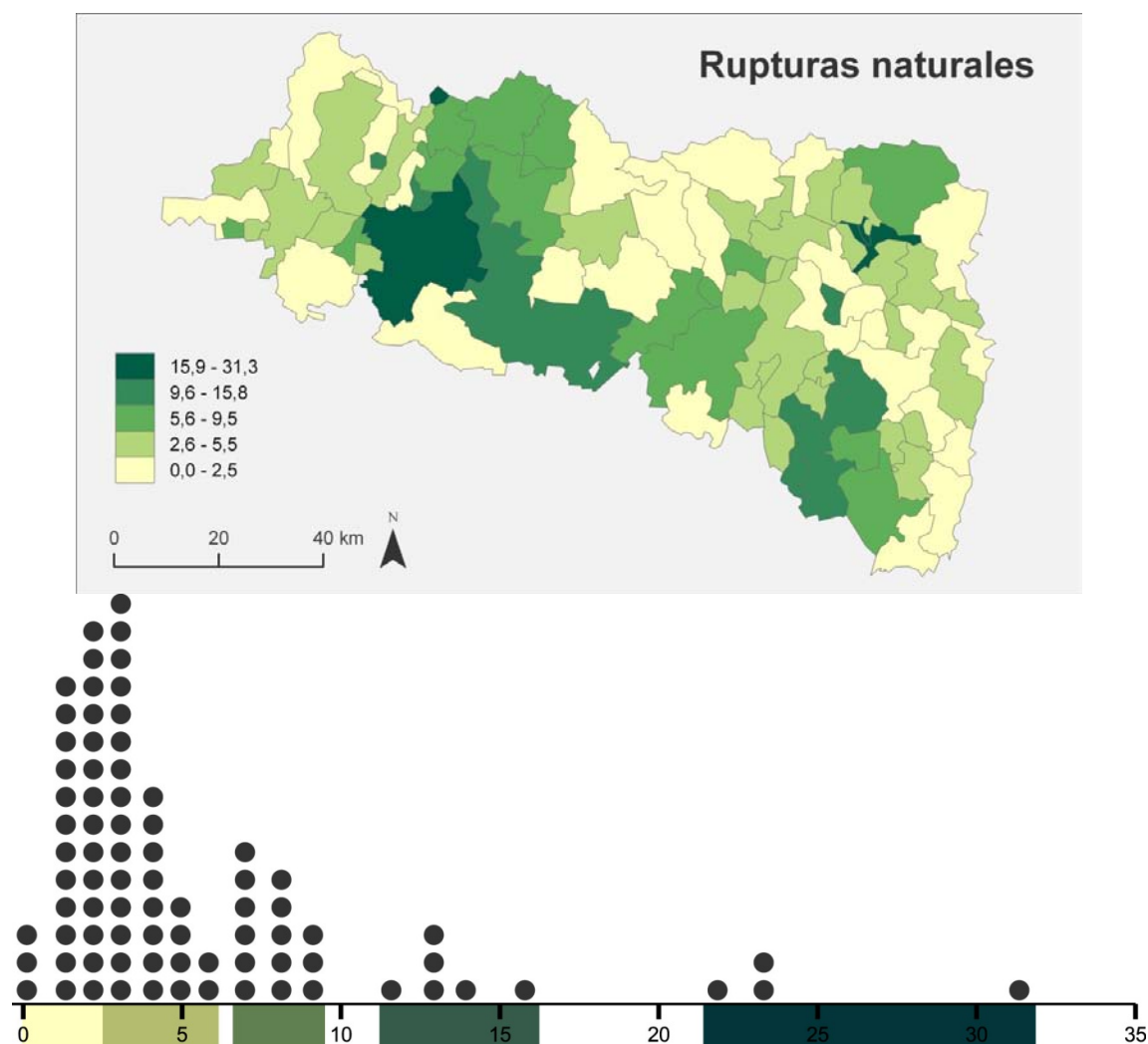


Figura 2-66: Sistema de clasificación por Rupturas Naturales. Elaboración propia.

2-66.a. Mapa de densidad de población cuya leyenda se ha discretizado mediante el sistema de clasificación Rupturas Naturales.

2-66.b. Gráfica que presenta la distribución de los datos y los intervalos mediante los cuales se representan.

(F) Mixtos y/o personalizados: Resultan de la combinación lógica de las discretizaciones anteriores y los condicionantes impuestos por los objetivos marcados para el desarrollo de la cartografía. Es la manera más eficiente de conseguir resultados óptimos para la correcta ejecución del mapa (Pueyo Campos, 1993).

Una de las características que suelen presentar las discretizaciones personalizadas es que los umbrales de ruptura son números redondos, enteros siempre que la distribución lo permite y si es posible acabados en 0 o en 5, debido a que la mente humana percibe y asimila con mayor comodidad las cifras que presentan las características descritas (Monmonier, 1982). Esta se configura como una de las grandes diferencias que permiten distinguir la calidad del acabado cartográfico, puesto que supone una mayor dedicación por parte del investigador.

Uno de los métodos mixtos más habituales resulta de la combinación de la discretización por rupturas naturales con la aportación de experiencia y conocimiento del geógrafo que

matiza algunos de los intervalos adaptándolos a convenciones exógenas o a cifras con alguna significación para el fenómeno cartografiado (Vid. Figura 2-67).

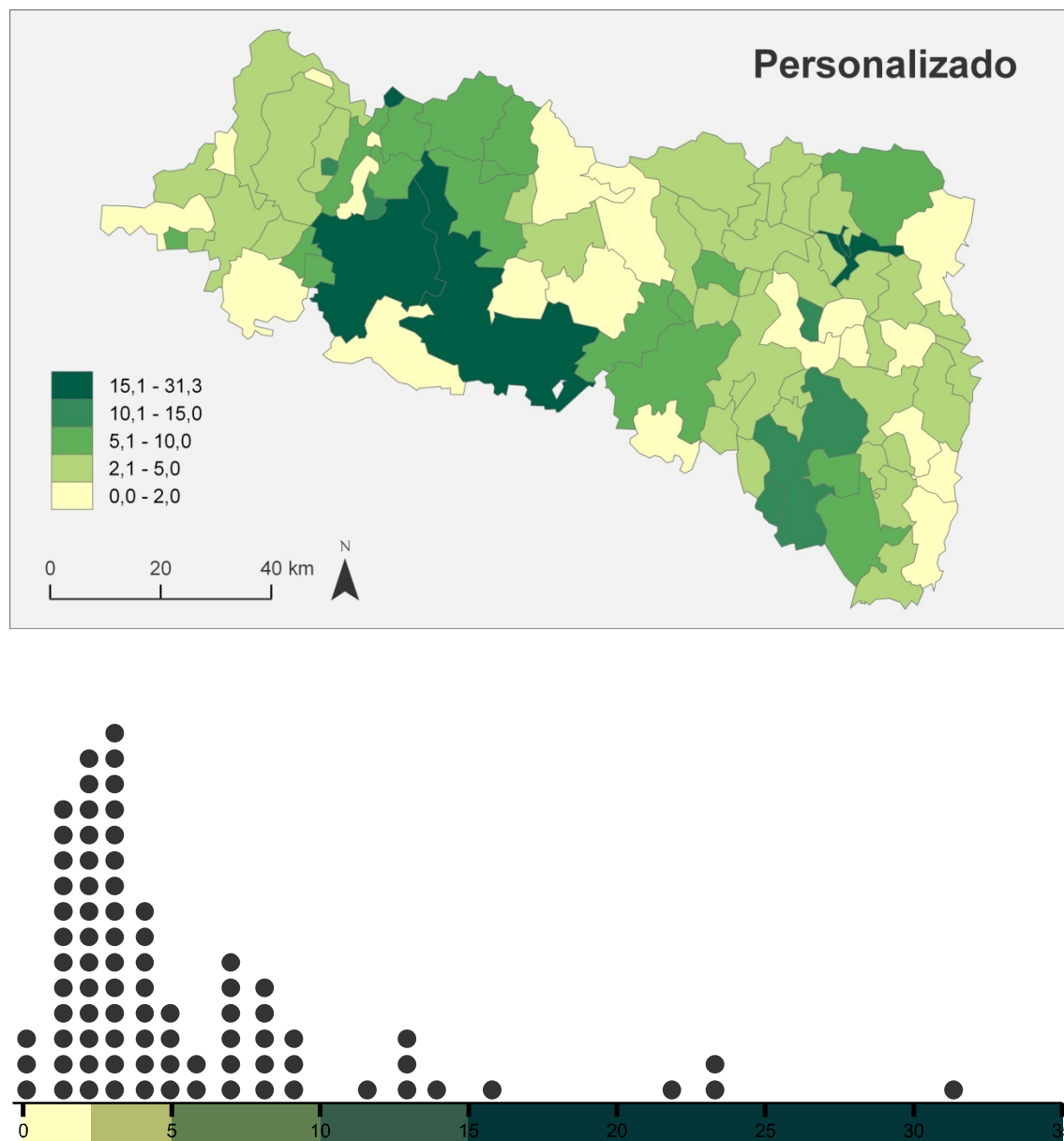


Figura 2-67: Sistema de clasificación personalizado. Elaboración propia.

2-67.a. Mapa de densidad de población cuya leyenda se ha discretizado mediante el sistema de clasificación basado en la desviación estándar.

2-67.b. Gráfica que presenta la distribución de los datos y los intervalos mediante los cuales se representan.

La discretización de la variable visual: tipos de leyenda.

La estructuración de las variables visuales, entendida como proceso de discretización al que son sometidas para adaptarse a la reagrupación realizada sobre la variable real, es especialmente compleja para tres de ellas: valor, color y textura, además de para las combinaciones ya mencionadas entre las mismas, especialmente para la utilización del tono. La explicación se detendrá en analizar las formas de discretización del color, el valor y la combinación de ambos que se pueden concretar en los tipos de leyendas que es posible utilizar, y excluirá la textura por su empleo actual más escaso.

La tipología de leyendas puede reducirse a dos categorías (Brewer, 1994):

- **Univariable:** Refleja la discretización de una sola variable real mediante una sola variable visual, esta categoría se subdivide en:
 - **Leyendas cualitativas:** Representan a través de distintos matices de color diferentes categorías que no están ordenadas (*Vid. Figura 2-68*) Un diseño correcto de este tipo de leyendas impedirá la sugerencia de una importancia mayor de unas clases frente a otras que venga dado, por ejemplo, por mayores saturaciones. En algunas ocasiones es posible que exista relación entre las categorías y el color que se le puede aplicar, véase verde para el bosque, amarillo para cultivos de cereales..., por lo que el autor puede hacerse eco de estas relaciones para potenciar la transmisión del mensaje (Brewer, 2005).

Tan solo variables medidas en escala nominal requieren la utilización de leyendas cualitativas, que sin embargo generan cartografía de fácil interpretación por parte del público, puesto que la única variable visual utilizada es el color.

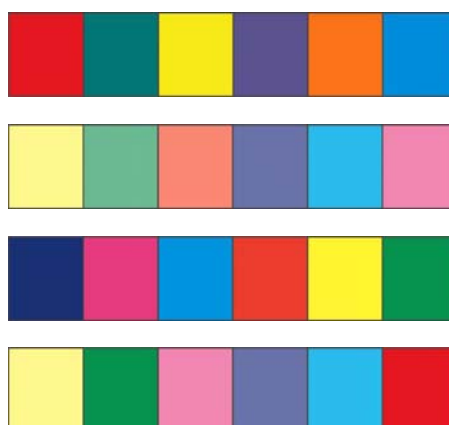


Figura 2-68: Leyendas cualitativas.

Obsérvese que la última recoge dos clases cuya saturación es mayor, lo que obliga al lector a fijarse en las mismas de forma preferente, hecho que invalida la utilización de esa gama en concreto. Elaboración propia.

- **Leyendas secuenciales:** Estas leyendas tienen la capacidad de transmitir orden debido a que en las mismas los valores inferiores de la variable real corresponden a los tonos más suaves que van incrementándose en color y valor de forma gradual y pareja al crecimiento de las cifras reales (*Vid. Figura 2-69*) (Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008)

Las leyendas secuenciales se utilizan en los casos en los que el valor es la variable visual seleccionada para la codificación, y también de cara al empleo de la combinación valor-color, es decir del tono. Este tipo de leyenda es adecuada para cartografiar información medida en escala de intervalos, razón, absoluta, recuento y grado de pertenencia, puesto que permite expresar la jerarquía implícita en las mismas así como la relación ordenada.

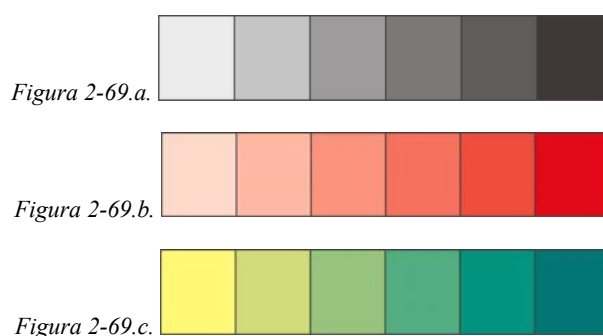


Figura 2-69: Leyendas secuenciales, 2-69.a. construida mediante la variable visual valor en escala de grises; 2-69.b. construida mediante la variable visual valor sobre rojos; 2-69.c. construida mediante la combinación de valor y color. *Elaboración propia.*

- **Leyendas divergentes:** Permiten enfatizar un valor medio que se considera crítico y que se representa por un color compartido entre dos tonos; a partir del mismo se trata de establecer dos secuencias divergentes que son paralelas en valor pero contrapuestas en color (Brewer, 1996; Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008).

Existen varios valores que pueden ser considerados como críticos en una distribución (Brewer, 2005):

- *El cero*, que se presenta como crucial en las representaciones dinámicas (evolución, movimientos...)
- *La media*, cuyo empleo en las leyendas divergentes permite añadir matices a la interpretación del lector experto. Puede que resultara más adecuada la utilización de la mediana, pero lo cierto es que por convención la media es el estadístico de uso más extendido.

En el caso de utilizar métodos de clasificación de la información tales como el estructurado en base a la desviación

estándar el empleo de leyendas divergentes es obligado, puesto que permite diferenciar aquellos intervalos que se encuentran por encima y por debajo de la media.

- *Valores significativos de la variable real*, cada información temática presenta una serie de umbrales que permiten su interpretación: el límite en precipitación recogida entre climas áridos y húmedos, el nivel de renta de un estado para ser considerado país desarrollado...

Lo cierto es que el punto crítico puede ser tanto un valor en concreto como un intervalo de valores, por lo que puede adaptarse la leyenda a las dos situaciones (*Vid. Figura 2-70*) (Brewer, 2005).

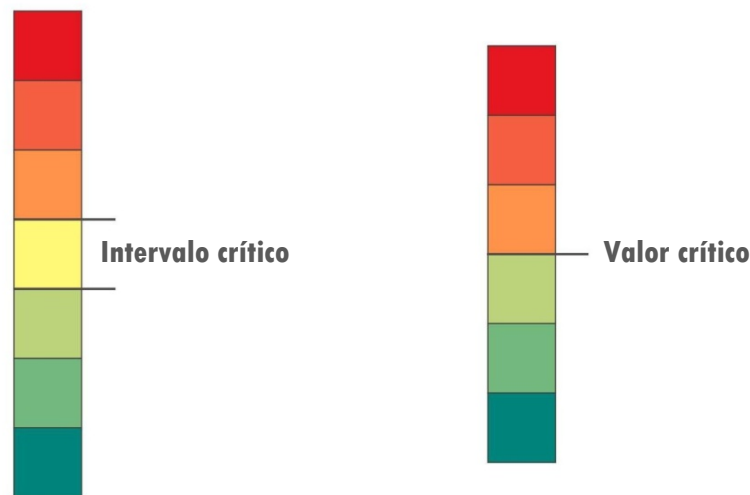



Figura 2-70: Leyendas divergentes con una clase intermedia (Izquierda) y respecto a un valor crítico (Derecha).
Elaboración propia basado en (Brewer, 2005).

Leyendas espectrales: Son gamas de colores que recogen los tonos del espectro visible (*Vid. Tabla 2-6*), entendiendo este como la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. Aunque no hay límites exactos un típico ojo humano responderá a longitudes de onda desde 400 a 700 nanómetros. Este tipo de leyendas generan controversia en su uso puesto que emplean una amplia gama de colores que no resultan en una lectura intuitiva. (Brewer, 1997).

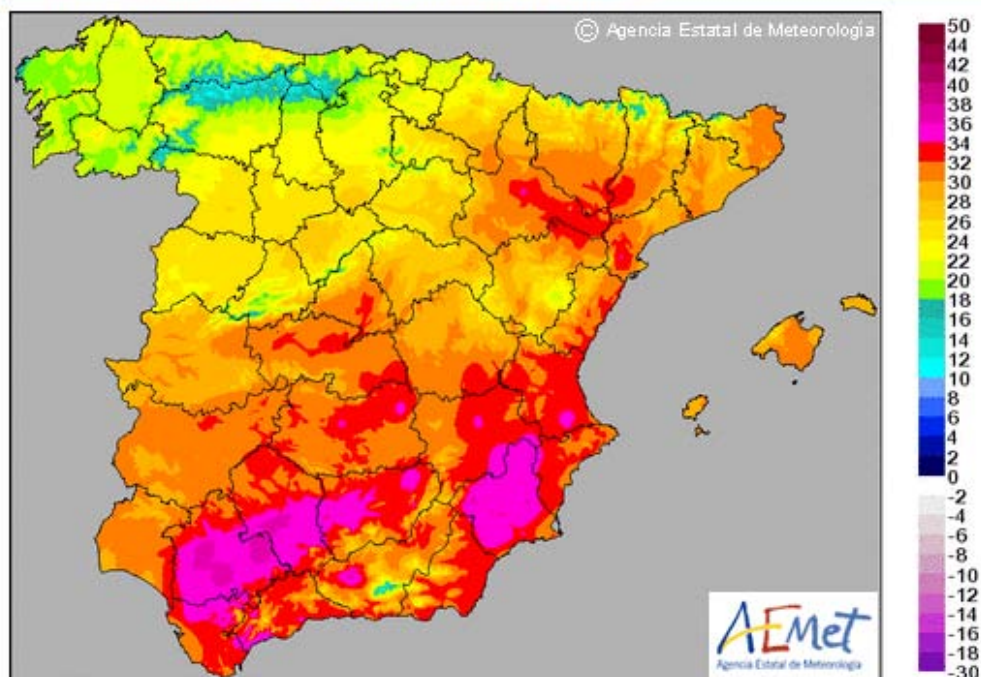
El uso de gamas espectrales está muy extendido en el ámbito científico, normalmente en aplicaciones que asumen las características de las leyendas secuenciales o divergentes, para lo cual están altamente contraindicadas debido a que la percepción de los colores espectrales no transmite sensación de continuidad, es decir no representa una secuencia con sentido para nuestro sistema perceptivo (*Vid. Mapa 2-21*) (Ware, 2004). Existen, sin embargo algunos casos en los que estos tipos de leyendas pueden resultar útiles como es la

representación de variables cuya escala es la medida cíclica o en aquellas leyendas que emplean las rupturas entre colores para marcar valores críticos. (Brewer, 1997).

Tabla 2-6: Los colores del espectro electromagnético. (Bruno y Svoronos, 2005)

|  | |
|--|------------------|
| Color | Longitud de onda |
| Violeta | 380–450 nm |
| Azul | 450–495 nm |
| Verde | 495–570 nm |
| Amarillo | 570–590 nm |
| Naranja | 590–620 nm |
| Rojo | 620–750 nm |

Temperaturas máximas de hoy en Península y Baleares



Mapa 2-21: Mapa de temperaturas extremas previstas y de sus variaciones respecto al día anterior que utiliza una leyenda espectral de forma manifiestamente incorrecta. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología de España.

- **Leyendas múltivariable o de doble entrada:** Este tipo de leyendas presentan dos ejes, cada uno de los cuales permite la codificación de una variable real, de forma que la representación conjunta de ambas genere un mapa que integra una gran cantidad de información y que posibilita al lector la percepción de las relaciones existentes entre las dos variables (Brewer, 1994; Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008).

Enunciadas las ventajas de las leyendas de doble entrada, cabe mencionar igualmente que la complejidad de su lectura reduce el público de destino notablemente, debido a que requieren o bien un conocimiento previo del lenguaje cartográfico o una dedicación mayor en tiempo y esfuerzo que la necesaria con leyendas univariantes.

Es posible distinguir varios subgrupos dentro de esta categoría, dependiendo del carácter que adquiera cada uno de los ejes de la leyenda (Brewer, 1994, 2005):

- **Cualitativa-secuencial:** Uno de los ejes representa una variable cualitativa mientras que el otro codifica una variable en formato secuencial, ya sea a través del valor o de la combinación de valor y color. (Vid. Figura 2-71) Ejemplos de mapas que pudieran requerir este tipo de leyenda sería la representación combinada del sector económico, medido en escala cualitativa, al que pertenezca una unidad administrativa frente a otras variables cuantitativas como población trabajando en el sector, tasa de paro o nivel de renta en el eje secuencial.

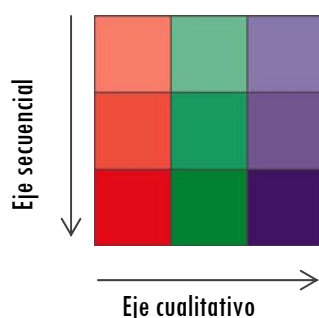


Figura 2-71: Leyenda de doble entrada combinación de eje cualitativo y secuencial

- **Secuencial-divergente:** Los dos ejes se caracterizan por ser divergente y secuencial respectivamente. (Vid. Figura 2-72) Este tipo de leyenda resulta eficaz para la representación conjunta de dos variables cuantitativas una de las cuales sea dinámica y muestre evoluciones o movimientos por encima y debajo de cero, de forma que se representara en el eje divergente.

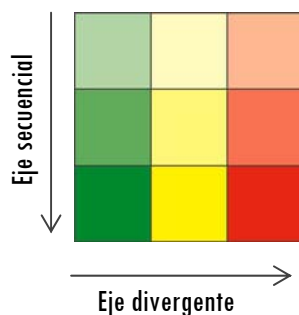


Figura 2-72: Leyenda de doble entrada combinación de eje divergente y secuencial

- **Secuencial-Secuencial:** Cartografía dos variables reales mediante la combinación lógica que mezcla colores y valores de dos leyendas secuenciales

(Vid. Figura 2-73). Es probablemente una de las leyendas de mayor utilidad pero también con un grado de complejidad en la lectura más elevado.

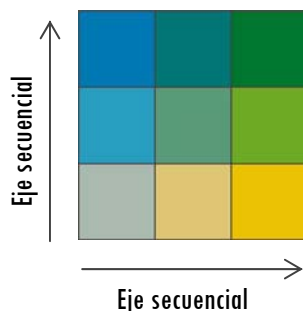


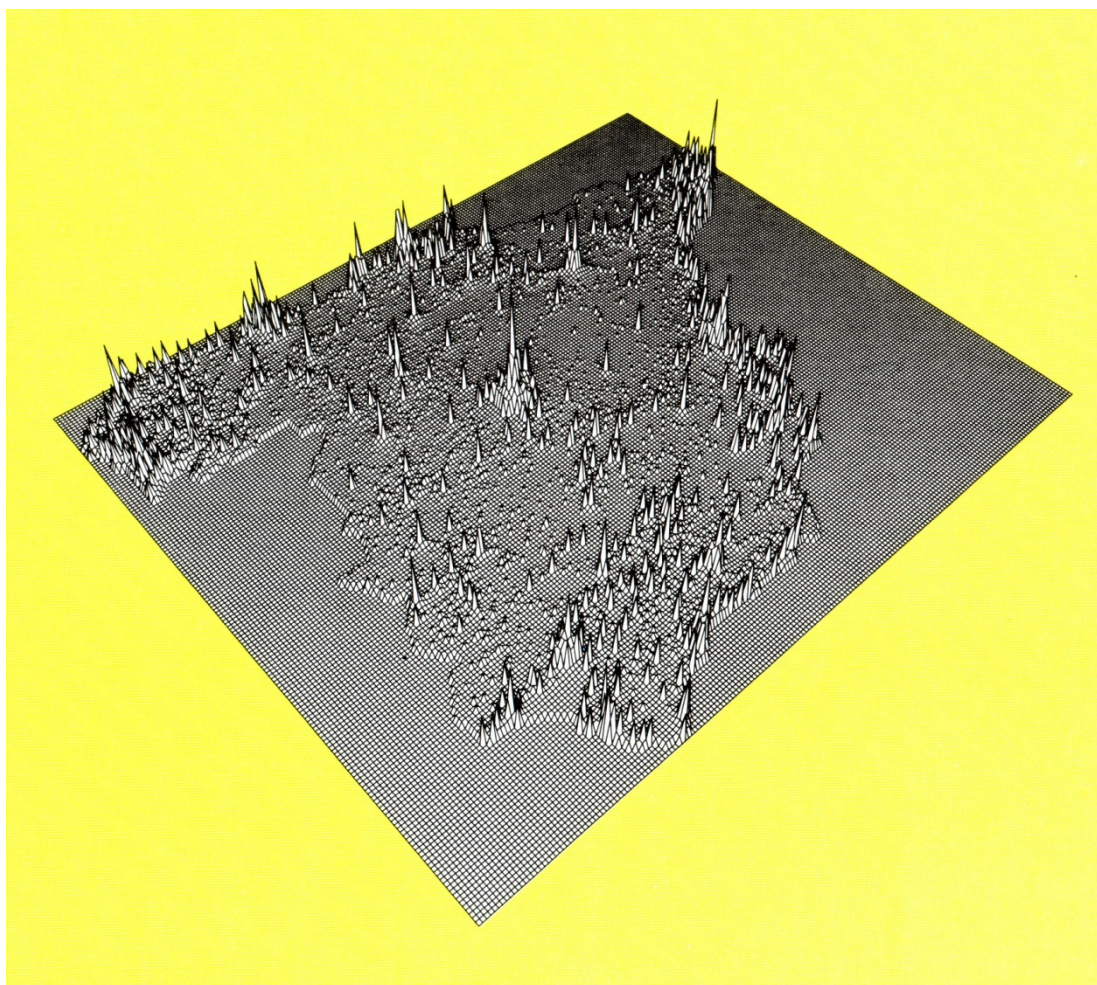
Figura 2-73: Leyenda de doble entrada combinación de eje divergente y secuencial

2.4.3.2.2. Instrumentos de codificación cartográfica en entorno raster:

Es una constante en el mundo cartográfico, al igual que sucede en referencia a los SIG, la dicotomía existente entre el trabajo con objetos vectoriales y al realizado con capas *raster* (Lo y Yeung, 2007). Ya se ha mencionado, al comienzo de la explicación referida a los instrumentos de codificación en cartografía, que la aplicación de los mismos al entorno *raster* es, con diferencia, menos compleja que su aplicación para los entornos vectoriales, lo que no implica que este tipo de cartografía resulte menos útil ni esté menos extendida. Su grado de complejidad puede definirse como menor ya que la propia naturaleza de las bases *raster* centra su atención en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización de los distintos objetos geográficos, por lo que la representación es más sencilla (Gutierrez Puebla y Gould, 2000). En cualquier caso se considera oportuno repasar, aunque sea de forma somera, los aspectos principales referidos a la misma.

La secuencia de análisis no encuentra diferencias, es la secuencia de decisiones cuando aparecen. La principal diferencia se encuentra en la imposibilidad de aplicación del concepto de tipos de implantación, por definición los sistemas *raster* son compartimentaciones del territorio en células cuadradas, por lo que la cobertura del espacio puede compararse a la superficial, al único tipo de implantación, que de cierta manera es asimilable la rejilla *raster* en lo que se refiere a codificación cartográfica.

Esta correspondencia permite entender que las variables visuales cuya utilización es recomendable para objetos poligonales lo es también para capas *raster*, de lo que se deduce que orientación, forma y tamaño no son estrictamente aplicables a las mismas. Caso especial es el tamaño, puesto que determinadas representaciones volumétricas pueden entenderse como aplicación del tamaño a cada una de las células *raster* (Vid. Mapa 2-22) (Calvo Palacios *et al.*, 1992). En el ejemplo presentado se utiliza la altura de cada celda para expresar la cifra concreta de variable real, dando sensación de volumen y utilizando el tamaño para codificar la información.



Mapa 2-22: Mapa raster con aplicación de tamaño. (Calvo Palacios et al., 1992)

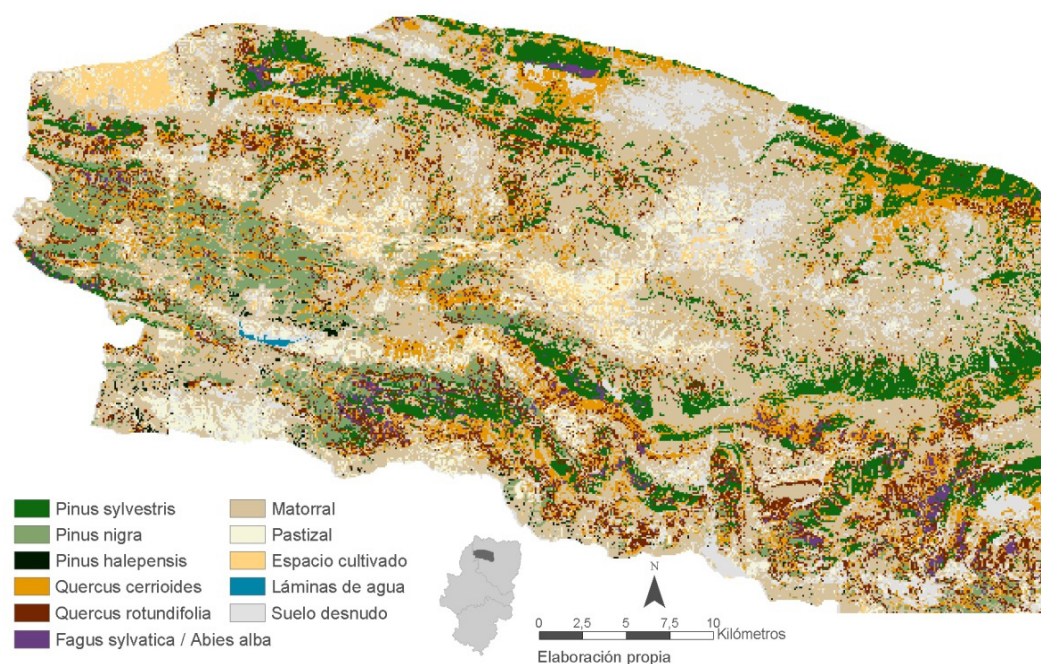
La imposibilidad de utilizar las citadas variables visuales implica no poder aplicar los umbrales de percepción a este entorno. Los mismos tratan de definir las cualidades de forma, tamaño o separación que permitan la diferenciación de unos objetos frente a otros, aspecto que pierde su sentido respecto con las rejillas *raster* (Zanin y Trémelo, 2002).

La textura y sus combinaciones con el resto de variables están indicadas para su empleo con objetos superficiales, no obstante esta aplicación queda condicionada por las dimensiones de los objetos puesto que un tamaño excesivamente pequeño invalida la apreciación de las diferentes texturas, que exigen un espacio mínimo para poder ser correctamente percibidas e interpretadas por el lector. Este mismo limitante es el que contraindica la utilización de la textura en la codificación *raster*; aun siendo cierto que técnicamente es posible su aplicación, la calidad de la cartografía y la dificultad en su interpretación anula su capacidad de transmitir información de forma eficiente, además el efecto estético final es deficiente.

Las opciones óptimas vienen de la mano de las variables visuales valor y color debido a que son las estrictamente aplicables a los modelos *raster*, también son las que generaban algunos de los mejores resultados en mapas superficiales. Su aplicación permite la codificación de los valores individuales que caracterizan cada una de las celdas, exponiendo

la distribución de la variable real a lo largo y ancho del territorio que es la función principal de este tipo de modelos (Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008).

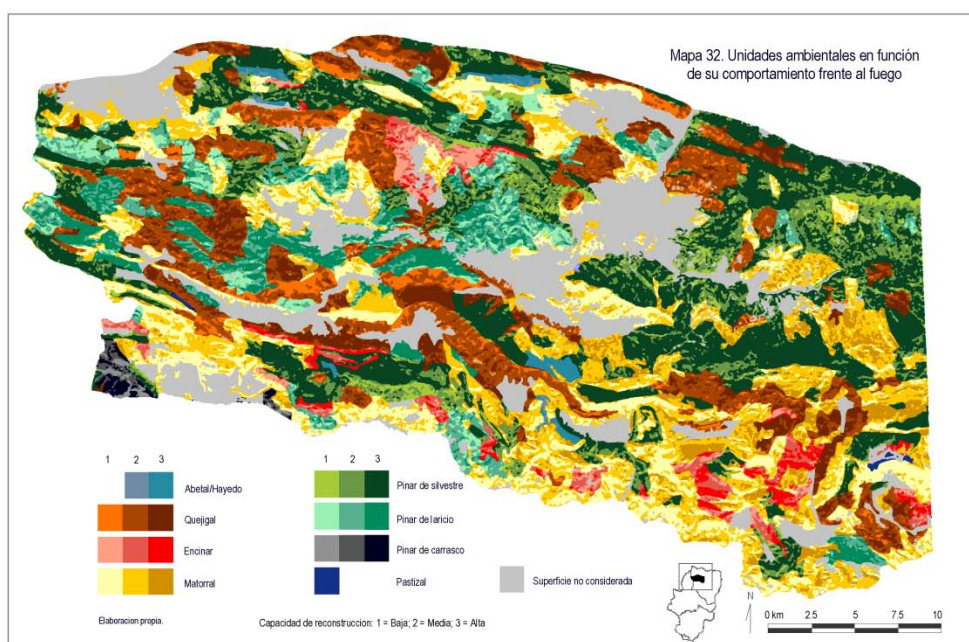
El color está ligado a las variables temáticas de tipo cualitativo, de igual forma que el valor es utilizado en las leyendas que codifican información cuantitativa independientemente de su escala de medida (*Vid. Mapa 2-23*). Por lo tanto se puede afirmar que los sistemas de cartografiado *raster* pueden presentar propiedades asociativas, selectivas y ordenadas.



Mapa 2-23: Distribución de especies vegetales, ejemplo de cartografía raster con leyenda cualitativa basada en el uso de la variable color. Elaborado por Raquel Montorio, Prueba para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, 2006.

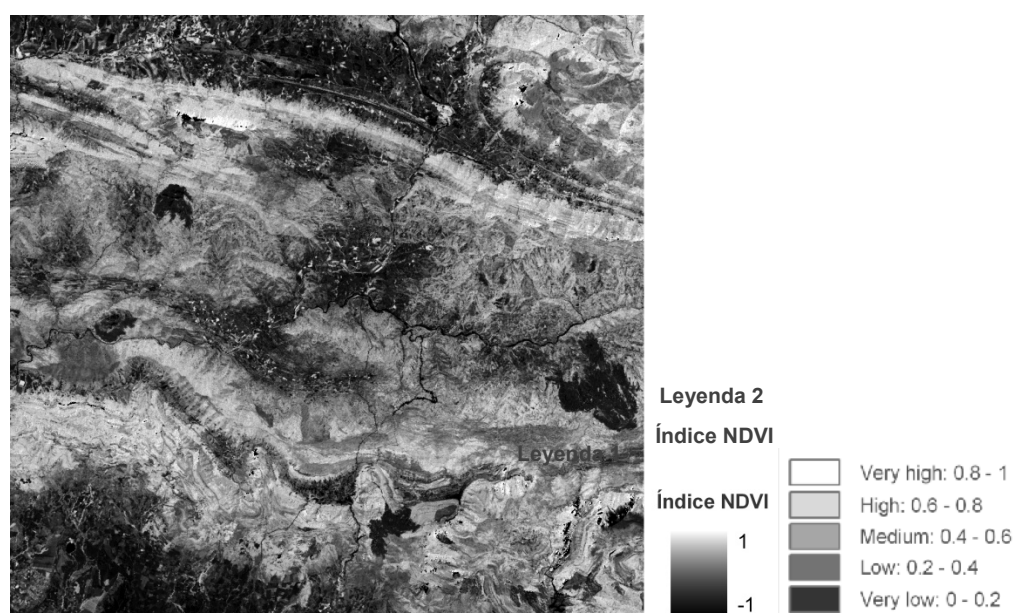
La construcción de las leyendas en entornos *raster* comparte con los vectoriales los procesos de discretización tanto de las variables reales como de las visuales ya expuestos previamente: los modos de organizar los datos para su correcta representación y la estructuración del color y el valor en las leyendas, donde es posible incluso la utilización de leyendas multivariantes que, aunque complejas, se adaptan sin problemas a este tipo de representaciones (*Vid. Mapa 2-24*).

Conviene matizar que, a diferencia de lo acostumbrado en mapas vectoriales, es posible recurrir a leyendas continuas tanto respecto a la información temática como al color o valor utilizado lo que deriva de la necesidad de no perder información en el proceso de codificación, por lo que se mantienen todos los valores. Las leyendas continuas tienen tantas ventajas como desventajas puesto que si bien es cierto que consiguen representar todos los datos de los que se dispone sin necesidad de agruparlos en intervalos, se tiene que asumir que el ojo humano no es capaz de percibir individualmente cada uno de esos valores y no solo eso, el lector deberá además tener la formación suficiente para poderlo interpretar correctamente (Dent, 1999; Slocum *et al.*, 2005).



Mapa 2-24: Unidades de paisaje en función de su comportamiento frente al fuego, ejemplo de leyenda multivariable con un eje cualitativo (especies vegetales) y otro secuencial (capacidad de reconstrucción). (Pérez-Cabello, 2002)

Esta práctica es especialmente común a la hora de cartografiar índices e indicadores relacionados con el tratamiento de información derivada de imágenes de satélite (*Vid. Mapa 2-25, Leyenda 1*) como son los índices NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) o el cálculo de los componentes humedad y verdor. Aun siendo este un ejercicio habitual lo cierto es que una discretización de la leyenda sería igualmente correcta, y en ocasiones se utiliza consiguiendo una cualificación de la cartografía, adaptándola a lectores menos expertos en el tema (*Vid. Mapa 2-25, Leyenda 2*).



Mapa 2-25: Cartografía raster del Índice de NDVI. Elaboración propia.

Leyenda 1: Leyenda continua entre los valores -1 y 1 con gradación de valor.

Leyenda 2: Leyenda con discretización cualitativa en 5 intervalos e igualmente gradación de valor.

Unido a la explicación anterior conviene detener el discurso en un aspecto más: los mapas derivados de técnicas de teledetección, aquellos que no representan índices si no valores de reflectividad también pueden considerarse cartografía automática aunque su interpretación visual resulte notablemente más compleja. Normalmente está destinada a público experto, conocedor de las técnicas utilizadas puesto que de otra manera es imposible la lectura en profundidad. (*Vid. Figura 2-74*) Este tipo de cartografía utiliza el cruce de tres colores básicos (Rojo, verde y azul) para aplicar a cada uno de ellos una de las bandas del espectro en las que se recoge la información, que son diferentes dependiendo del satélite utilizado. De esta forma diferentes composiciones permiten al receptor la obtención de diferentes informaciones (Lo y Yeung, 2007; Chuvieco Salinero, 2008).

Poniendo como ejemplo la Figura 2-74 la leyenda se reduce a explicitar que la combinación utilizada para esta imagen Landsat es una 7:4:3 lo que para un lector inexperto puede no significar nada pero para aquel formado en dicha disciplina reconocerá como una asignación de la banda del infrarrojo medio al cañón de luz del rojo, el infrarrojo cercano al cañón del verde y la banda del rojo dentro del visible al azul, de forma que la combinación de colores permite interpretar las zonas en verde como vegetación, más húmeda cuanto más verde, las áreas rosadas claras con cultivos o zonas secas; los píxeles magenta fuerte con suelo desnudo o áreas incendiadas y los espacios azules con presencia de láminas de agua. Resulta evidente que la información contenida y presentada en un tipo de cartografía de esta clase es muy superior a la que un lector normal puede asimilar, necesitando una inversión de tiempo y dedicación para completar su lectura; por otra parte es probable que el intento de estructurar una leyenda de cualquier otra manera supusiera un esfuerzo de enorme magnitud.

Composición RGB 7:4:3

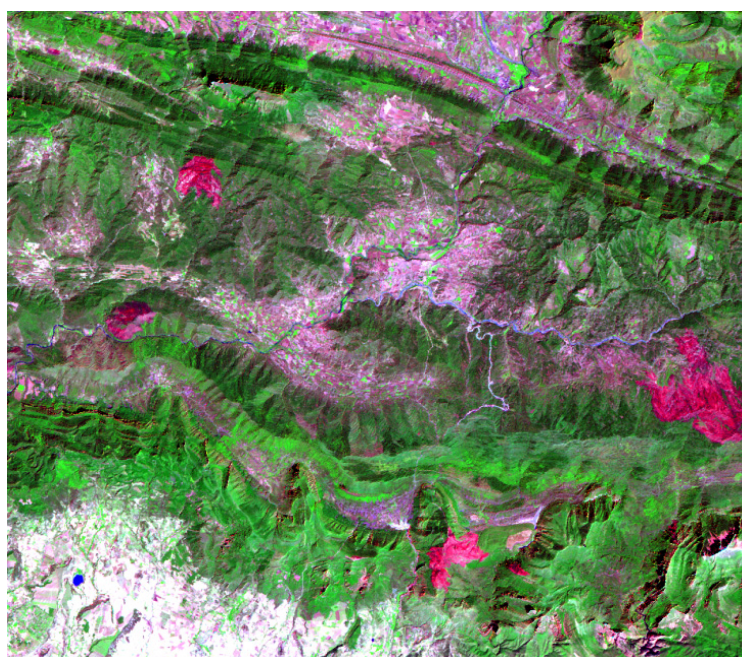


Figura 2-74: Imagen del satélite Landsat sensor Thematic Mapper 5, Prepirineo Occidental Oscense.

2.4.4. La toma de decisión

Esta es la última fase del proceso de diseño de la cartografía, puesto que las etapas siguientes corresponden a la elaboración de la misma. Una vez analizada la variable real mediante la Secuencia de Análisis; buscadas las opciones de codificación mediante la Secuencia de Decisiones y habiendo reflexionado sobre las alternativas consideradas realmente viables es momento de seleccionar una de ellas, que debe reunir las siguientes características:

- Capacidad de codificación de la información favoreciendo una lectura sencilla, siendo mejor la opción cuanto más intuitiva y menor esfuerzo requiera la interpretación por parte del lector.
- Impresión estética positiva, aun una buena selección formal de colores o de texturas que permita una diferenciación eficiente quedará invalidada si el conjunto no resulta estéticamente agradable.
- Adaptación a las posibilidades técnicas de la elaboración de cartografía, teniendo en consideración los sistemas informáticos a utilizar así como las propiedades del acabado final como por ejemplo la impresión en blanco y negro o en color.
- Ser reflejo del mensaje que el autor quiere transmitir. Una codificación gráfica equivocada o manipulada puede no dar lugar al efecto deseado por parte del emisor.

Aun siendo estas cuatro las características principales conviene mencionar que la toma de decisión final enlaza con el propio hecho de la comunicación cartográfica, lo cierto es que el mapa es un mensaje que un emisor quiere transmitir, la forma en la que esa transmisión se realice condiciona notablemente la respuesta por parte del lector, la ya mencionada frase *“the médium is the message”* vuelve a ser plenamente vigente.

Resulta evidente que la frase: *¿Le importaría a usted abrir la ventana?* expresa en esencia lo mismo que esta otra: *¡Abre la ventana!*. Ambas hacen referencia a la necesidad por parte del emisor de que el receptor abra la ventana, sin embargo es probable que la respuesta sea diferente en cada uno de los casos. De igual forma el modo de exponer la información en cartografía condiciona el mensaje, aunque este se componga esencialmente de los mismos elementos; el proceso discretizador que se realice con la selección de intervalos; el tipo de leyenda elegida para representar; las gamas de colores, más saturadas o más suavizadas... entre otros muchos aspectos determinan el resultado final. Se ha hablado extensamente de las secuencias de decisiones que deben llevarse a cabo a lo largo del proceso de diseño y elaboración de un mapa pero pocas son tan relevantes como la que se describe a continuación, ya que condiciona todas las demás.

Un mapa es en definitiva una representación visual simplificada de un espacio, o lo que es lo mismo el territorio y toda su complejidad queda convertido en un conjunto de símbolos

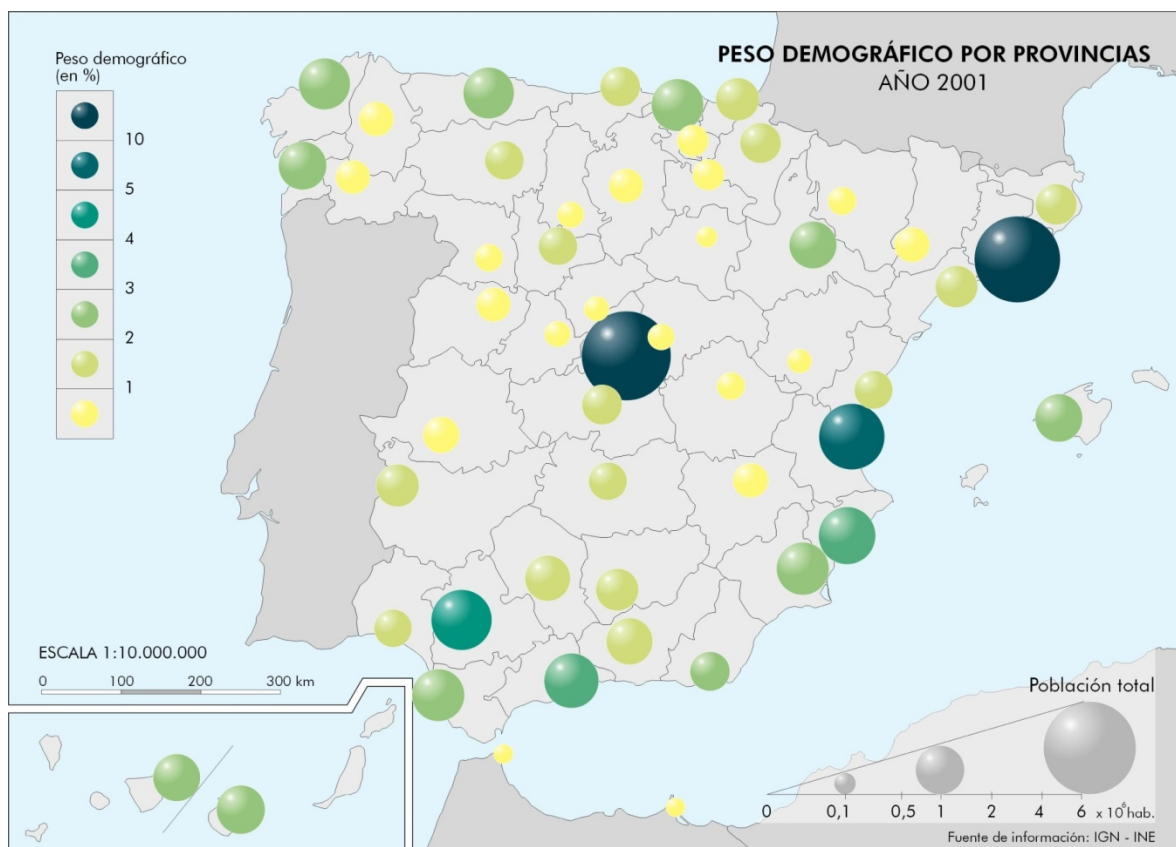
ordenados, elegidos con un propósito determinado. La manera de exponer esta serie de símbolos puede realizarse desde dos enfoques distintos (Calvo Palacios *et al.*, 2002):

Semiótico: Equivale a hablar de la representación objetiva de la información, un mapa enfocado desde la semiótica otorga mayor importancia a las entidades en las que los valores de la variable real son mayores potenciando la visibilidad de los mismos ya sea con tamaños superiores, colores más saturados o formas más fácilmente perceptibles. Por el contrario las cifras menos cuantiosas quedan más difuminadas, tienen menor peso visual porque en la realidad tienen menor importancia. El enfoque adoptado desde el mundo académico y científico se presupone semiótico por su afán de mostrar verazmente la realidad, centrándose en lo que el signo en sí mismo lleva incorporado. Poniendo como ejemplo la utilización de gamas cálidas de color para la caracterización de los datos más elevados de una variable, este empleo es semiótico porque los rojos y naranjas son percibidos como más cercanos al lector, tienen un mayor peso visual que centra la atención posando la importancia sobre lo que objetivamente es más significativo.

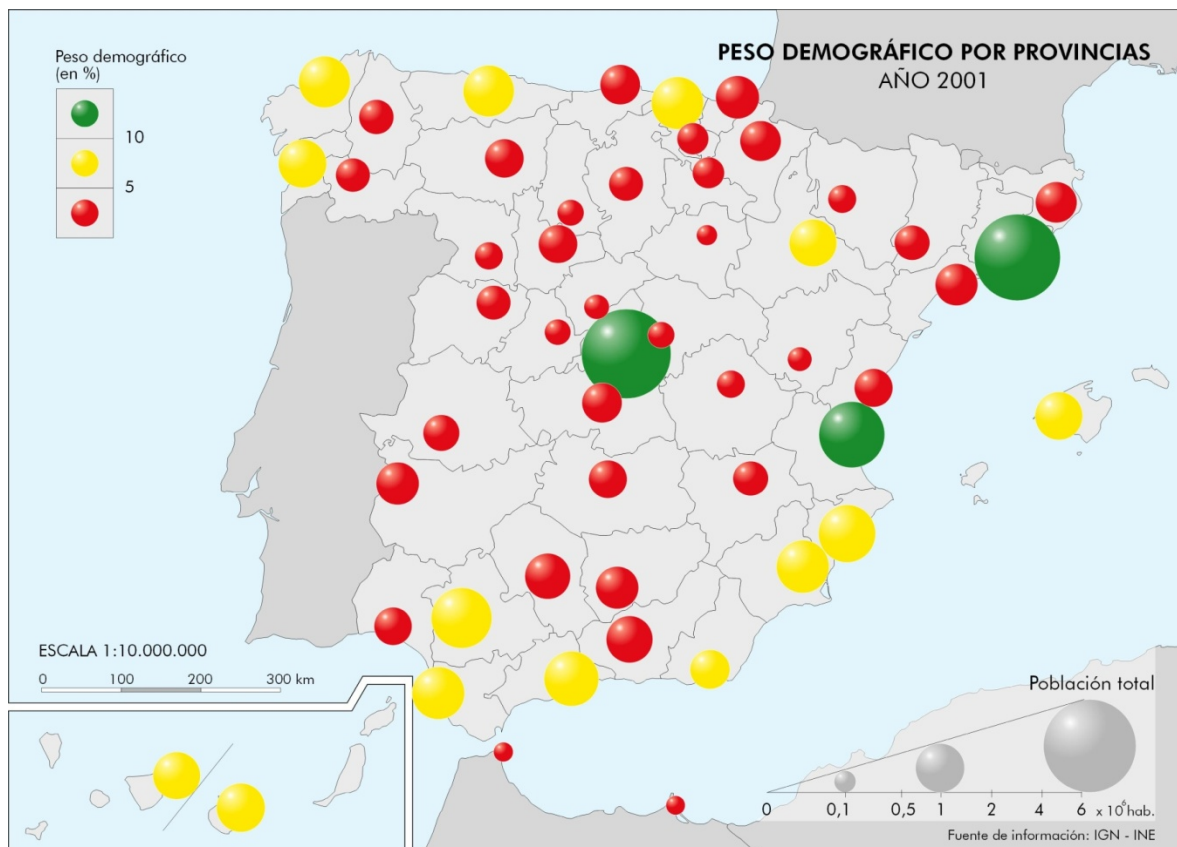
Semiológico: Literalmente la semiología es definida por la RAE como el *Estudio de los signos en la vida social*, su aplicación a cartografía implica la intención del autor de ofrecer su visión de la realidad que quiere cartografiarse, dicha intención es dependiente de la propia manera de pensar o de sentir del mismo, lo que no resulta incompatible con el hecho de que esté ligado a la veracidad de la información mostrada. Los mapas semiológicos impulsan al lector a dirigir la mirada en aquellos aspectos que el cartógrafo considera esenciales para la comprensión de un determinado fenómeno geográfico, pudiendo utilizar “*little white lies*” es decir utilizar los instrumentos de representación cartográfica para exponer su punto de vista (Monmonier, 1996). De ello no se deduce que se entre el marco de las “*black lies*” y trate de mostrar la realidad de una forma sesgada o parcial (Greenberg, 1985). Es importante tener en cuenta que el planteamiento semiológico puede responder a interpretaciones asociadas a la cultura o marco social, por ejemplo en Occidente el rojo indica peligro, pero no sucede así en todas las partes del mundo.

Los mapas expuestos (*Vid. Mapa 2-26 y Mapa 2-27*) presentan exactamente la misma información: el peso demográfico de cada provincia respecto al conjunto nacional en el año censal 2001. Sin embargo el primer mapa expone la situación en relación directa a las magnitudes expresadas: mayor peso demográfico implica mayor peso visual en la cartografía gracias a una leyenda secuencial dividida en siete intervalos.

Por el contrario el segundo mapa ofrece una visión más parcial aunque su presentación es también formalmente adecuada. La discretización de la variable real se realiza en tan solo tres categorías que cuya representación es asumida por los tres colores semafóricos: rojo, amarillo y verde.



Mapa 2-26: Peso demográfico por provincias, enfoque semiótico.

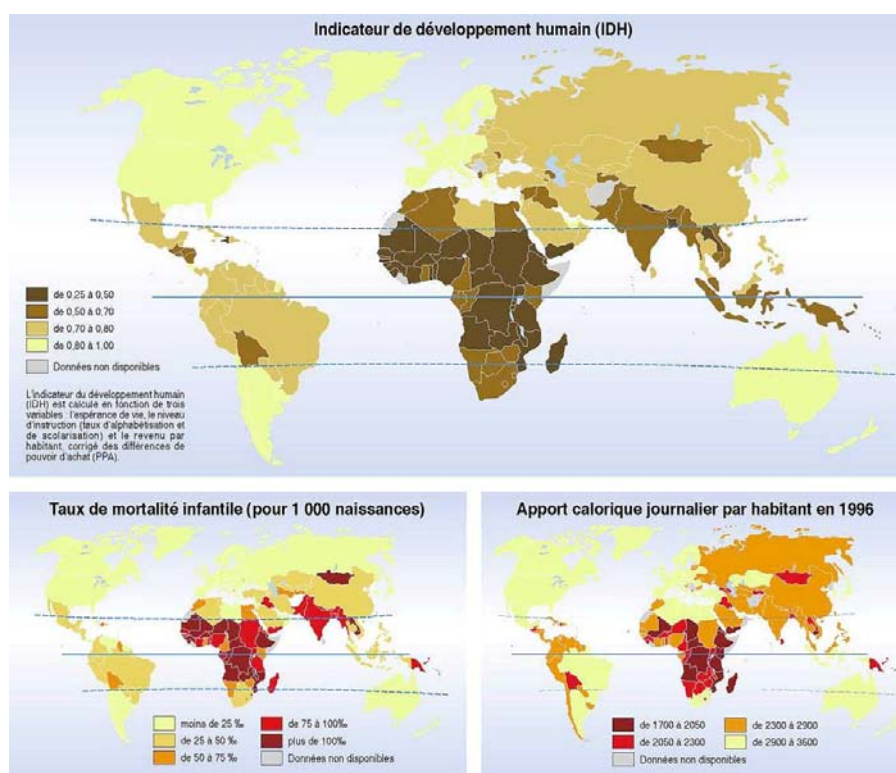


Mapa 2-27: Peso demográfico por provincias, enfoque semiológico.

El primero de los cuales (rojo) resalta perceptualmente por encima del resto, indicando que aquellas provincias señaladas en ese color, lejos de disponer de un peso demográfico mayor suponen un problema para la estructura equilibrada de la distribución demográfica española. El color amarillo, que se comporta básicamente como neutro en este mapa, pasa medianamente desapercibido así como los elementos a los que caracteriza, por último el verde, color de la gama fría que visualmente tiende a alejarse del lector, señala aquellas provincias donde el peso de sus activos demográficos, lejos de suponer un problema, refleja una situación desahogada.

De igual forma el Mapa 2-28 muestra una concepción semiológica de la cartografía, la presentación de variables relacionadas con el desarrollo y el bienestar de las naciones como son el Indicador de Desarrollo Humano (IDH), la tasa de mortalidad infantil y el aporte calórico por habitante y día da pie a pensar que el autor quiere exponer un contexto de desigualdad e injusticia a nivel internacional.

Este hecho se confirma con la utilización de leyendas secuenciales para codificar la información de una forma subjetiva: asignando los mayores pesos visuales a los valores que expresan situaciones más desfavorecidas, ya sea a las cifras menores de IDH, a las tasas más altas de mortalidad infantil o a los menores aportes calóricos diarios. De esta manera el autor pretende hacer llegar un mensaje de alerta al receptor, que intuitivamente fija la atención en aquellos países con mayores problemas. Este enfoque resulta de especial interés cuando se consideran los mapas como una herramienta útil para el apoyo en la toma de decisiones territoriales, donde deben buscarse las situaciones conflictivas que requieren intervención.



Mapa 2-28: La pobreza en el mundo, (Le Monde Diplomatique, 2002)

2.4.5. La elaboración de cartografía temática

En este punto conviene traer a colación de nuevo el esquema que presenta las fases principales del proceso de diseño y elaboración cartográfica (*Vid. Figura 2-6*). Los apartados anteriores se han centrado en el análisis exhaustivo de la primera de las partes del esquema, el diseño cartográfico, tras lo cual se va a reflexionar sobre la fase de elaboración de mapas temáticos.

Tres son las fases que componen esta segunda etapa:

En primer lugar la **implementación del diseño realizado** en las aplicaciones informáticas específicas, en este caso los SIG, que permitan su elaboración (Dent, 1999). La adaptación entre el mapa concebido teóricamente y las posibilidades técnicas de su confección no es siempre un proceso inmediato y requiere de un conocimiento previo de la Semiología gráfica y de un manejo fluido del *software* concreto a utilizar. En el caso de los geógrafos ambas condiciones suelen darse al mismo tiempo pero puede ocurrir que la persona que conciba el mapa no sea la misma que lo realice, de forma que el proceso puede resultar aun más complicado, puesto que depende de una buena comunicación entre ambos.

Lo habitual es que, tanto en el caso expuesto en el párrafo anterior, que refiere a una codificación cartográfica pura en el sentido de que se dispone de una información temática que debe espacializarse sobre una base espacial concreta, como en los casos en que la cartografía es un mapa que muestra el resultado de un análisis espacial previo, los dos componentes básicos suelen estar ya integrados en el entorno SIG por haberse realizado procesos anteriores de edición, tratamiento, adecuación o análisis espacial, lo que agiliza el proceso. Probablemente esta es una de las grandes diferencias entre la cartografía tradicional anterior a la generalización de los SIG y la actual.

La segunda de las fases hace referencia a la **presentación final de la cartografía**, no basta con haber codificado correctamente la información temática sobre la base espacial, sino que el documento definitivo debe exponer de manera adecuada todos los elementos necesarios para que la decodificación sea efectiva. Entran aquí en juego los elementos indispensables que forman parte del mapa: leyenda, norte, escala, título, textos... además de un correcto tratamiento tipográfico y el *saber hacer* del geógrafo a la hora de componer la disposición de los elementos (Brunet, 1987; Zanin y Trémelo, 2002; Brewer, 2005; Denègre, 2005; Slocum *et al.*, 2005).

No se considera oportuno dedicar un apartado completo a la tercera fase, a la **impresión del mapa o a su publicación en formato digital**, porque es la que se aleja más de la tarea del geógrafo y entra el campo de otros expertos. Aun siendo cierto que en una gran parte de las ocasiones la impresión final se realiza en periféricos conectados directamente al ordenador del cartógrafo, en estos casos las tareas a realizar suelen estar ligadas a la introducción del formato de papel adecuado, a la adaptación del tratamiento de color a su salida impresa y a la comprobación y ajuste de la calidad de impresión. Otras salidas

frecuentes pueden ser en impresoras más especializadas, plotter, publicación en páginas web... pero, como se ha señalado, esto suele correr a cargo de otros profesionales (Agudo, 2006).

Se procede a continuación al análisis más detallado de cada una de estas etapas.

2.4.5.1. La implementación de la codificación cartográfica

Esta es la primera etapa del proceso de elaboración cartográfica propiamente dicha, el mapa ya ha sido concebido y diseñado en fases anteriores, de modo que el siguiente paso es construirlo ya sea mediante los SIG, los programas de cartografía automática o los de infografía, en definitiva aquellos que trabajan con información espacial, preferiblemente georreferenciada o que permiten el tratamiento digital de imágenes. Dado que la situación mejor remite al trabajo en SIG, se incide especialmente en la implementación en los mismos.

2.4.5.1.1. La implementación de la codificación cartográfica en los Sistemas de Información Geográfica

En el marco de esta tesis doctoral cabe la reflexión acerca de la cartografía temática incluida en el entorno SIG; puesto que es considerado como el sistema óptimo de tratamiento y análisis de información georreferenciada (Gutierrez Puebla y Gould, 2000; Lo y Yeung, 2007), conviene mantener en el mismo escenario el proceso de cartografiado de los resultados finales. Es cierto que la cartografía en los SIG puede adquirir más funciones que la tradicional, sobre todo al mantenerse el formato digital, como la interacción o la visualización científica y de información (Lo y Yeung, 2007) pero no es menos cierto que estos también son la plataforma de concepción de mapas en papel, por lo que deben proporcionar soluciones referidas a ambos soportes.

La mayoría de sistemas informáticos que poseen módulos de simbolización o que están dedicados a cartografía automática estructuran su uso en base a lo que se ha dado en denominar tipos de mapas (*Vid. Figura 2-75*), que podrían resumirse en los siguientes grandes grupos:

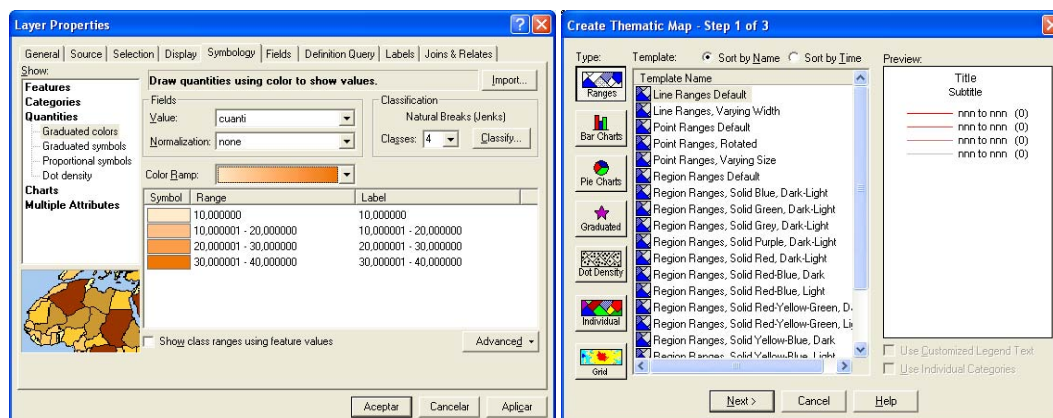
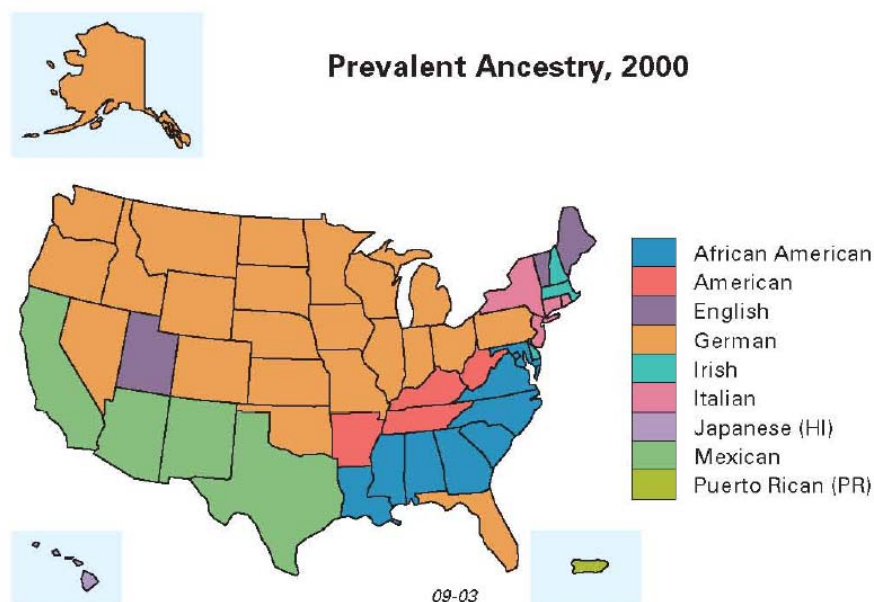


Figura 2-75: Módulos de cartografía temática en dos software concretos: ArcGIS® 9.2. (Derecha) y MapInfo® 6.5. © (Izquierda) en los que se puede observar su estructuración en base a tipo de mapas.

- (1) **Mapas de categorías:** La codificación de datos de carácter cualitativo da como resultado los mapas categorizados, en los que cada clase se representa por un símbolo individual ya sea por color, forma, textura... (Vid. Mapa 2-29) (ESRI®, 2004a). Su sencillez de concepción y elaboración probablemente no requiere mayor detenimiento excepto para matizar que en los SIG la aplicación puede realizarse sobre cualquier tipo de implantación.



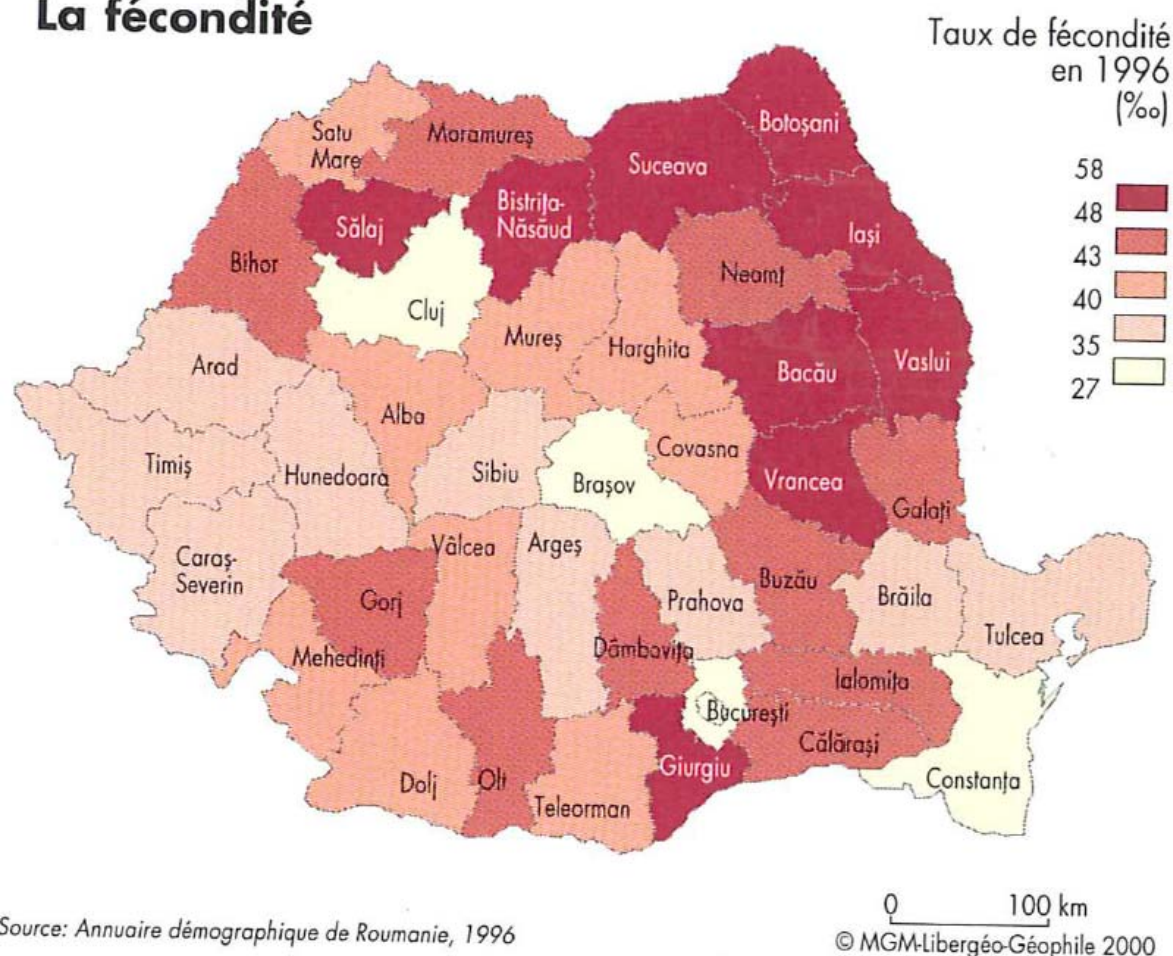
Mapa 2-29: Mapa que refleja la ascendencia más frecuente en cada uno de los estados de Estados Unidos de América. Obsérvese que para cada una de las ascendencias se utiliza un color diferente aplicado directamente sobre la superficie estatal. (Suchan et al., 2007)

- (2) **Mapas de cantidades:** En general estos mapas hacen referencia a mapas de coropletas, lo que en el sistema gráfico explicado serían mapas codificados mediante la variable visual valor sobre implantación superficial (Vid. Mapa 2-30). Son los mapas de uso (en ocasiones abuso) más extendido (Slocum et al., 2005), dada la facilidad con la que pueden ser elaborados y el poco esfuerzo que supone su lectura.

Conviene señalar que la facilidad en su interpretación suele desembocar en una lectura incorrecta puesto que la aplicación directa de información temática sobre la superficie poligonal de objetos geográficos obliga a que la primera se encuentre relacionada con la segunda, evitando de esta forma que el peso visual no dependa del tamaño de la entidad si no de la cifra representada en el mismo (Calvo Palacios et al., 2002).

Siendo cierto que estos módulos ofrecen la posibilidad de normalizar o relativizar la variable real sobre otra, aunque tan solo la extensión sería de uso correcto, determinadas escuelas, especialmente la americana, consideran adecuada la normalización sobre otras informaciones como las cifras totales de población (Slocum et al., 2005).

La fécondité



Mapa 2-30: Mapa coroplético que representa la Tasa de Fecundidad en Rumanía. (Rey, 2000)

En el marco de los SIG bajo la denominación de mapas de este tipo se puede realizar cartografía superficial, lineal y puntual. La forma de trabajar con los tres tipos de implantación acostumbra a ser la misma: aplicación de valor o la combinación de color y valor directamente sobre los objetos (ESRI®, 2004a). El problema es que la conciencia de estar trabajando con estas variables visuales queda a cargo del usuario, así como la elección correcta de las gamas y de la discretización de los datos, aun considerando que los programas suelen ofrecer leyendas prediseñadas y la automatización de los métodos de clasificación temática.

Debe tenerse en cuenta que la utilización de los mapas de categorías, ya explicados, sobre superficie también pueden ser considerados como cartografía coroplética, sin embargo en general éstos refieren a la codificación de información de carácter cuantitativo y no cualitativo.

- (3) **Símbolos graduados o proporcionales:** Este tipo de cartografía corresponde con la gradación de los elementos en base a la variable visual tamaño (Vid. Mapa 2-31). El cambio de dimensiones conforme a la variación de las cifras estadísticas es posible

tanto para objetos puntuales como lineales (Dent, 1999), y el entorno SIG permite su aplicación sobre superficiales creando una capa temática intermedia con puntos localizados en el centroide de los polígonos y sobre los que se gradúa la variable real.

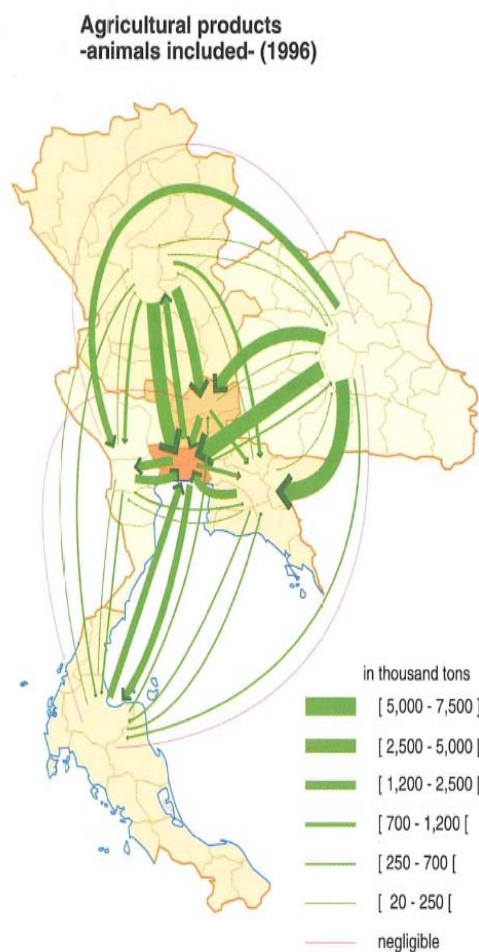
Normalmente las posibilidades que ofrecen son dos: símbolos graduados haciendo referencia a una discretización tanto de la variable real como de la visual de forma que se creen una serie de intervalos representados por el tamaño correspondiente al centro de clase de cada agrupación (Zanin y Trémelo, 2002). La segunda opción es la proporcionalidad absoluta entre información y tamaño de los objetos, de forma que existan en el mapa tantos tamaños distintos como distintas cifras presenta la información temática.

De forma directa no se puede aplicar correctamente y de forma personalizada más que la variable tamaño, no suele permitir la superposición del color al mismo tiempo ni realizar representaciones volumétricas adecuadas, y este es uno de los ejemplos que demuestran el desarrollo de los módulos de simbología le restan varios pasos hasta lograr una eficacia completa. Esto no quiere decir que no sea posible buscar alternativas y que el desarrollo de *scripts* por los usuarios no permita corregir las posibles deficiencias del *software* principal.

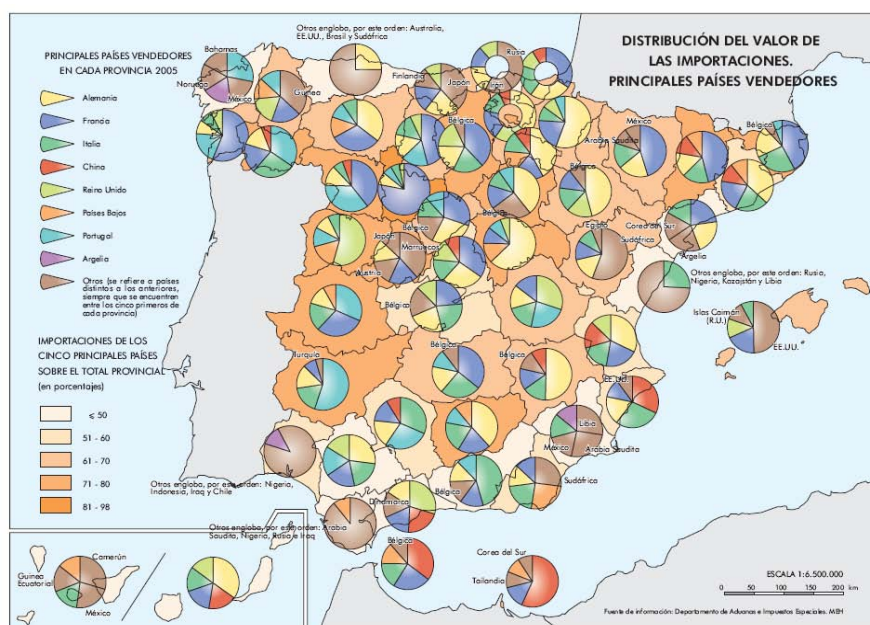
- (4) **Mapas con gráficos:** La utilización de bases espaciales sobre las que se georreferencian gráficos es una definición general de este tipo de representaciones (Dent, 1999), que en realidad están excluidas de la codificación cartográfica que ha sido desarrollada en esta tesis doctoral.

Lo cierto es que los mapas con gráficos quedan enmarcados con mayor eficacia en el ámbito de la infografía y del apoyo informático a la visualización de gráficos estadísticos, puesto que no recogen muchas de las características propias de la cartografía temática porque no se adecuan a la codificación respecto a tipos de implantación, variables visuales etc.

Cabe destacar que la utilización de estos documentos no está exento de una elevada complejidad en su diseño, puesto que es habitual el solapamiento de los objetos, la dificultad de lectura, la concentración de demasiada información en un mismo mapa o el desequilibrio entre distintas entidades lo que dificulta asimismo la configuración de las escalas. (*Vid. Mapa 2-32*)



Mapa 2-31: Balance de comercio interregional en Tailandia. Productos agrícolas incluidos los animales, en 1996. Se configura el mapa mediante símbolos graduados respecto al volumen de comercio. (Kermel-Torrès, 2004)

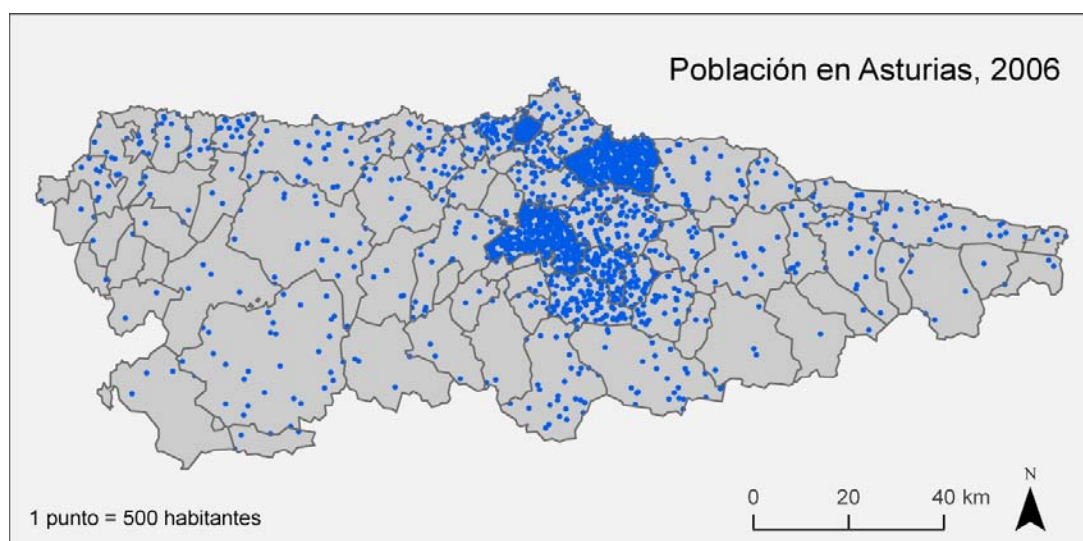


Mapa 2-32: Distribución del valor de las importaciones. Principales países vendedores. (IGN, 2007)
Ejemplo de mapas con gráficos, se muestra la complejidad que pueden llegar a alcanzar este tipo de representaciones.

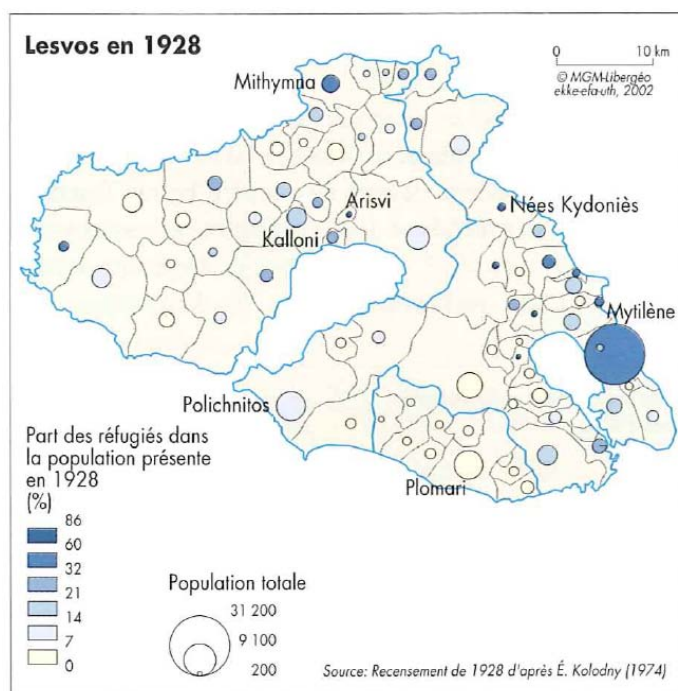
- (5) **Densidad de puntos:** Este tipo de mapas representa mediante puntos la ocurrencia de un fenómeno dado en una localización, cada uno de estos puede corresponder a una entidad simple o a un grupo, es decir a una sola entidad en el mundo real, (una persona) o a una agrupación de las mismas (un conjunto de 50 personas), aunque lo habitual es que se caractericen grupos de elementos (*Vid. Mapa 2-33*) (Cauvin *et al.*, 2007b).

Este tipo de mapas tampoco encaja dentro de la teoría bertiniana de la codificación cartográfica, pudiendo ser tan solo asimilable a una representación por textura en la que cada uno de los elementos individuales cuya repetición constituye la trama representa un objeto o un grupo de objetos reales. Se podría aplicar características de esta misma variable como la disposición irregular o el espaciado entre puntos, que en realidad depende de la cantidad de los mismos que debe contener cada región. Obviamente, también pueden utilizarse otras figuras geométricas o incluso iconográficas, aunque se desaconseja su utilización entre otras cosas por motivos de visibilidad y simplificación del documento.

- (6) **Atributos múltiples:** Esta es la denominación que se le da a la superposición de variables visuales en el marco de los productos ESRI®, pero igualmente aparece con otras denominaciones en el resto de programas específicos. Habitualmente refiere al empleo simultáneo del color y del tamaño (*Vid. Mapa 2-32*), aunque no siempre se aplica al mismo tipo de implantación, su utilización es limitada y complicada de adaptar a los requerimientos de la información a representar para su visualización óptima. Cabe añadir que la aplicación de simbología a dos tipos de implantaciones diferentes sí que es posible, de forma que se configura un mapa correcto en el que se superponen variables visuales de forma adecuada.



Mapa 2-33: Mapa de densidad de puntos representando la población asturiana. Fuente: IGN, INE. Elaboración propia.



Mapa 2-34: Proporción de refugiados en Lesbos respecto a la población existente en 1928. (Sivignon, 2003)
 Obsérvese que el mapa se configura en base a dos variables visuales: Población total y Porcentaje de refugiados que requieren el empleo simultáneo de dos variables visuales y un solo tipo de implantación.

2.4.5.1.2. La adaptación de los módulos de simbología de los SIG a la teoría del lenguaje cartográfico

Habiendo analizado la estructura de las herramientas de representación temática que existen hoy en día en el marco de los Sistema de Información Geográfica cabe extraer una conclusión principal: el proceso habitual que se realiza es la adaptación del lenguaje cartográfico a los módulos de simbología de los SIG, cuando en realidad debería ser al contrario.

Por norma general estos *software* están aún lejos de incluir módulos con capacidad para utilizar todas las posibilidades que ofrece el sistema teórico de codificación cartográfica. Esto se debe, probablemente, a que la concepción de estas herramientas no está basada en el noción de variable visual que, resultando básico para el lenguaje cartográfico es un completo desconocido en el entorno SIG. Esto resulta cuando menos curioso puesto que otro de los conceptos clave estrechamente ligado a las variables visuales como es el tipo de implantación, está plenamente integrado; es más configura la tipología de capas de elementos con las que se puede trabajar.

No es competencia de esta tesis doctoral, ni entra en la preparación de quien la escribe, el programar un módulo de simbología que permita enmendar, lo que bajo el punto de vista expuesto previamente, configura un problema a la hora de realizar cartografía. Sin embargo, sí que cabe en este discurso expresar en voz alta los pensamientos que han ido surgiendo durante los años de experiencia en la elaboración de cartografía en el marco de los SIG; en

definitiva se trata de ofrecer una propuesta, sin duda imperfecta, de cómo una persona que haya estudiado de forma teórica la Semiología Gráfica esperaría que fueran las herramientas de cartografía temática integradas en los SIG, es decir presentar la forma que tendría una adaptación de los módulos de simbología de los SIG a la teoría del lenguaje cartográfico.

Podrían señalarse muchas más, pero cuatro son las líneas principales sobre las que se plantean mejoras significativas con el objeto de subsanar algunos de los aspectos que no se consideran satisfactorios en el modelo de codificación cartográfica basado en los tipos de mapas:

- 1) En primer lugar es importante acotar las trayectorias cartográficas permitidas a aquellas que son completamente correctas, es decir no permitir el empleo de aquellas variables visuales que son incompatibles con el tipo de implantación o naturaleza de los elementos y condicionar a determinados requisitos aquellas cuya utilización resulta conflictiva.

Aun cuando se presupone que el usuario de una aplicación de estas características conoce la teoría, lo cierto es que la cartografía temática no es una ciencia exacta y determinados mapas exigen un uso laxo del código que raya en los límites de lo estrictamente correcto. Por lo tanto podría resultar conveniente incluir requisitos de tamaño mínimo o de empleo consciente de determinadas combinaciones tipo de implantación-variable visual. Desde Bertin la mayoría de los autores recogen en sus manuales tablas similares a la que ahora se presenta, que nace del estudio de sus predecesoras unido a la experiencia propia en cartografía temática y que habla tan solo de la regla general (*Vid. Tabla 2-7*).

Tabla 2-7: Propuesta de empleo no permitido, condicionado y permitido de las variables visuales en relación con las capas raster y vectoriales y sus tipos de implantación. Elaboración propia basada en (Bertin, 1983; Cauvin et al., 2007b)

| | RASTER | VECTORIAL | | |
|--------------------|---------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| | | PUNTUAL | LINEAL | SUPERFICIAL |
| TAMAÑO | No permitida | Permitida | Permitida | No permitida |
| COLOR | Permitida | Condicionada a tamaño mínimo | Condicionada a tamaño mínimo | Permitida |
| VALOR | Permitida | Condicionada a tamaño mínimo | Condicionada a tamaño mínimo | Permitida |
| FORMA | No permitida | Permitida | No permitida | No permitida |
| ORIENTACIÓN | No permitida | Permitida | No permitida | No permitida |
| TEXTURA | No permitida | Condicionada a tamaño mínimo | Permitida | Permitida |

Obsérvese que en la tabla presentada se hace referencia tan solo a las variables visuales *senso estricto*, no incluyendo las combinaciones entre las mismas como sería el caso de la textura con el resto, que queda recogida en el apartado correspondiente a la misma.

- 2) Manteniendo la concepción de los SIG de trabajar con elementos que se diferencian en capas dependiendo de su naturaleza: puntual, lineal, superficial o *raster* se considera lógico que una herramienta de codificación cartográfica esté estructurada en base a las variables visuales de manera que al trabajar sobre las propiedades de cada capa se pudiera elegir cuál de ellas va a ser utilizada para codificar la información que contiene.
- 3) Otro de los grandes hándicap de la cartografía realizada a través de los SIG es la generación automática de leyendas, que si bien es un avance importante, adolece de un perfilado teórico mayor que permita ofrecer formatos no solo más estéticos sino más correctos, favoreciendo además la elección del usuario que, entre varias opciones, pueda seleccionar la más adecuada para el mapa concreto con el que trabaja.
- 4) En la elaboración de cartografía temática es importante que las herramientas de codificación de los programas implementen de forma sencilla operaciones complejas tales como la superposición de variables visuales sobre un mismo objeto, de manera que la dificultad recaiga sobre en el diseño del mapa y no sobre su elaboración. Actualmente esta opción se considera de manera residual en los SIG, por lo que o bien su implementación resulta complicada o se realiza de forma ortopédica sin margen para la adecuación individualizada a los requerimientos de visualización de las variables reales, lo que deja un amplio margen de mejora.

Debe tenerse en cuenta que, en las ocasiones en las que algunas de estas cuatro opciones resultan imprescindibles para que la realización de un mapa se mantenga en los márgenes mínimos de calidad que el geógrafo considera, la solución pasa por recurrir a **programas infográficos**. Éstos permiten la implementación de las cuatro líneas mencionadas, además de que garantizan una mayor calidad del acabado. Por contra presentan una serie de desventajas que deben también ser valoradas como la imposibilidad de trabajar con información georreferenciada, la necesidad de exportar los mapas desde el entorno SIG con los problemas derivados como la necesidad de repetir el proceso en caso de modificación en el mapa original.

Con la base de las cuatro líneas de actuación presentadas y la experiencia adquirida durante cinco años de trabajo con SIG propietarios como ArcGIS® y MapInfo®, se ha creado una propuesta teórica de un módulo de cartografía temática estructurado en base a las seis variables visuales, para cada una de las cuales se establecen los elementos mínimos que un usuario experto querría poder modificar para realizar un mapa de calidad:

- **Tamaño** (Vid. Figura 2-76): La característica principal de la ventana que hace referencia a la variable visual tamaño es que debe agrupar las dos opciones básicas de simbolización respecto al mismo: los símbolos graduados y los proporcionales entendidos en los términos que se han explicado previamente. Es

imprescindible que se pueda elegir el campo que se quiere utilizar puesto que ese es de algún modo el primer paso, posteriormente se podrá elegir entre las dos opciones mencionadas:

Seleccionar campo: none

☐ SÍMBOLOS GRADUADOS

Forma

Tamaño
Mínimo: 3 Máximo: 11
Milímetros

Discretización
Número de clases: 4
Método: Intervalos definidos

| Símbolo | Intervalos | Etiqueta |
|---------|------------|---------------|
| | 0-499 | Menos de 500 |
| | 500-699 | De 500 a 700 |
| | 700-999 | De 700 a 1000 |
| | 1000-2362 | Más de 1000 |

☐ SÍMBOLOS PROPORCIONALES

Forma

Tamaño
Mínimo: 3 Máximo: 11
Milímetros

Proporcionalidad
☐ Superficie
☐ Símbolos compensados
☐ Volumen

Leyenda

Figura 2-76: Propuesta en relación con la variable visual tamaño. Elaboración propia.

- Símbolos graduados: El usuario debe poder elegir la forma que tendrán los símbolos, en el caso del ejemplo un círculo azul, tras lo cual es importante que pueda introducir los tamaños máximo y mínimo que podrán alcanzar los elementos. El mínimo debe corresponder al menos con las dimensiones menores que pueden ser distinguidas por el ojo humano, mientras que el máximo dependerá de otros aspectos como el formato de impresión o publicación del mapa, el número de entidades que tenga la capa o la propia distribución de los datos.

El último elemento básico con el que debe contar este módulo de símbolos graduados es la discretización tanto de la variable visual como de la real y la correspondencia entre ambos, para lo cual se habilita un apartado propio en el que se podrá definir el número de clases que se van a utilizar, el método de discretización que se emplea para la distribución de los elementos dentro de los márgenes de cada una de ellas y la relación entre cada categoría y el símbolo que la representa, así como las etiquetas de

identificación que aparecerán en la leyenda. Es importante que todos estos elementos puedan ser modificados de forma intuitiva. Se incluye también el acceso al histograma de frecuencias que permitirá analizar con más detalle la idoneidad del método de discretización seleccionado.

- Símbolos proporcionales: De alguna manera esta opción resulta más sencilla por el hecho de que no requiere un proceso de discretización *senso stricto* como pasaba en el caso anterior. Algunos de los elementos son los mismos: forma y tamaños máximo/mínimos de los símbolos, por lo que quizá ambas partes podrían ser comunes.

Sin embargo el apartado de proporcionalidad es exclusivo de esta opción, en la que debe definirse si la misma se establece en relación con la superficie de los símbolos o con su volumen, permitiendo indicar (mediante una casilla adicional) la proporcionalidad exacta que se considere oportuna, puesto que una personalización en tan alto nivel de detalle puede conseguir cartografía de mayor calidad más adaptada a los requerimientos de cada una de las distribuciones particulares.

Se incluye una tercera opción, aunque se desaconseja su empleo, que corresponde con los símbolos compensados psicológicamente ya explicados. La opción del formato de leyenda puede ser también interesante puesto que las alternativas reales son múltiples (*Vid. Figura 2-77*) éstas deberían verse reflejadas permitiendo al usuario elegir la que mejor se adapte a su concepción del mapa.

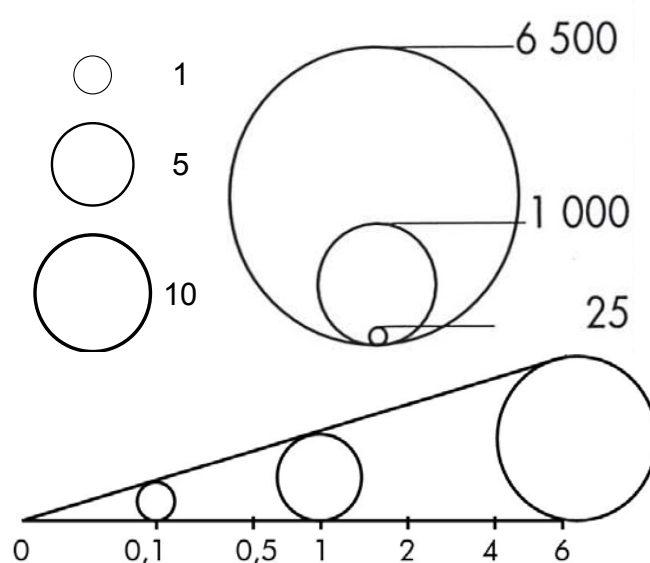


Figura 2-77: Diversas opciones posibles para la configuración de leyendas de símbolos proporcionales.





- **Forma** (Vid. Figura 2-78): El módulo dedicado a la codificación mediante la variable visual forma tiene que ser necesariamente más sencillo, partiendo de la base de que esta tan solo posee la propiedad asociativa debería aplicarse a información de carácter cualitativo lo que exige un nivel de complejidad inferior. Es imprescindible indicar a que campo se refiere la codificación, hecho lo cual tan solo resta aplicar a cada categoría una forma diferente y la etiqueta que se desea que aparezca en la leyenda final, por ejemplo un campo puede estar codificado con números cuyo significado real aluda a tipos de árboles, en ese caso la leyenda en el documento definitivo deberá indicar el nombre real de la especie arbórea y no el número que la codifica. Se ha incluido un apartado para indicar el número de clases pero su empleo es puramente testimonial puesto que este viene dado por el número de categorías diferentes que se distinguan en la tabla de datos.

Forma Tamaño Orientación Textura Color

Seleccionar campo:

Discretización

Número de clases:

| Símbolo | Clase | Etiqueta |
|---|-------|----------|
|  | 1 | Pinos |
|  | 5 | Robles |
|  | 10 | Hayas |
|  | 15 | Encinas |

Propiedades Propiedades Propiedades Propiedades

Figura 2-78: Propuesta en relación con la variable visual forma. Elaboración propia.

- **Orientación** (Vid. Figura 2-79): El comentario de este módulo está directamente vinculado al anterior puesto que las propiedades y características de ambas variables son similares, por lo que no se duplicará el discurso. Cabe mencionar sin embargo que en este caso es necesario que se pueda seleccionar una forma, dando como opciones siempre siluetas alargadas y en ningún caso simétricas, que invalidarían la percepción de un cambio de orientación.

Seleccionar campo: Tipos_arb

Discretización

Número de clases: 4

| Símbolo | Clase | Etiqueta |
|---------|-------|----------|
| | 1 | Pinos |
| | 5 | Robles |
| | 10 | Hayas |
| | 15 | Encinas |

Ángulo de giro

Ángulo giro

Ángulo giro

Ángulo giro

Forma

Propiedades

Añadir variable Aceptar Cancelar

Figura 2-79: Propuesta en relación con la variable visual orientación. Elaboración propia.

- **Color – Valor** (Vid. Figura 2-80): Aunque en apartados anteriores se han explicado claramente las diferencias entre las variables visuales color y valor con sus propiedades y características, lo cierto es que su aplicación a los sistemas informáticos pasa por la inclusión en el mismo apartado; justificación a la que se añade la ineficacia de configurar apartados separados para cada una y para su combinación.

De esta manera queda bajo la conciencia del usuario el hecho de estar empleando una, otra o la combinación de ambas, aunque esto se vea matizado por la elección del tipo de leyenda que se va a emplear. Por ejemplo, la leyenda cualitativa tan solo permitirá el empleo del color de forma individualizada y el resto permitirán solamente la utilización del valor o de la combinación del mismo con el color.

Debe tenerse en cuenta que los mapas que emplean el color, en su concepción más genérica, son los más eficaces y los de un empleo más extendido por lo que su implementación deberá ser especialmente eficiente.

Una vez seleccionado el campo sobre el que trabajar, la discretización es el siguiente paso: la elección del número de intervalos y del método se realizan de la

forma ya mencionada para otros módulos, la diferencia está en escoger correctamente las gamas. En caso de que se quiera elaborar una leyenda tan solo con valor se incorpora, abajo a la derecha, la posibilidad de seleccionar matices de un mismo color. Una leyenda más compleja podrá recurrir a la selección de gamas predefinidas o al diseño de otras personalizadas, quedando a disposición del usuario la selección del sistema de color empleado y los porcentajes o proporciones de tintas que se empleen en la creación de cada croma.

Color

Seleccionar campo

Densidad_2005

Leyenda

☐ Cualitativa
☒ Secuencial
☐ Divergente
☐ Doble entrada
☐ Continua

Formato

Cambiar

Menos de 500

De 500 a 700

De 700 a 1000

Más de 1000

Discretización

Número de clases

4

Método

Intervalos definidos

Histograma

| Símbolo | Intervalos | Etiqueta |
|---------|------------|---------------|
| | 0-499 | Menos de 500 |
| | 500-699 | De 500 a 700 |
| | 700-999 | De 700 a 1000 |
| | 1000-2362 | Más de 1000 |

Elección del color/valor

CMYK

100

0

0

0

0

10

30

50

70

90

Añadir variable

Aceptar

Cancelar

Figura 2-80: Propuesta en relación con la variable visual color. Elaboración propia.

Al igual que sucede respecto a otras variables como el tamaño las opciones de formatos finales de leyendas son diversos (Vid. Figura 2-81) por lo que debe permitirse poder elegir la que se ajuste mejor a la concepción del mapa que tenga el usuario.

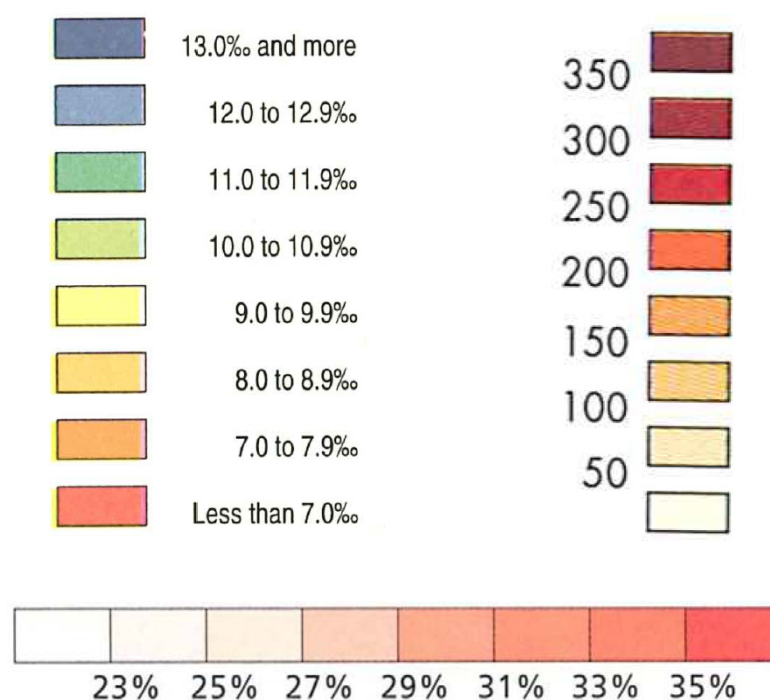


Figura 2-81: Diversas opciones posibles para la configuración de leyendas de color.

- **Textura** (Vid. Figura 2-82): La textura es probablemente la variable visual que plantea más dudas de entendimiento lo que puede traducirse en un empleo de incierta representatividad. Es una de las variables que permite la aplicación de tres de las cuatro propiedades básicas pero con la condición previa de haber realizado un tratamiento riguroso y cuidado de la misma.

Tras haber seleccionado el campo sobre el que trabajar el resto del módulo se dedica a la discretización tanto de la variable real como de la visual. Se asume, en el ejemplo que se va a utilizar, como variable que gradúe jerárquicamente las distintas categorías, por lo que para empezar hay que decidir el número de clases que se emplearán y también mediante que método de discretización serán estructurados los elementos. Se añade un acceso al histograma de frecuencias de los datos para poder comprobar la distribución de las entidades.

En este caso uno de los aspectos clave reside en que el usuario sea consciente de cuando está empleando el uso combinado de esta variable con otras, por lo que se preparan una serie de secuencias, cuyas propiedades pueden modificarse, y que se aplicarán una vez seleccionadas bajo el título *Símbolo*.

Al igual que sucede con el color y con el valor las opciones de leyendas pueden ser múltiples y debe ofrecerse al usuario la posibilidad de elegir la que se adapte mejor a su mapa concreto.

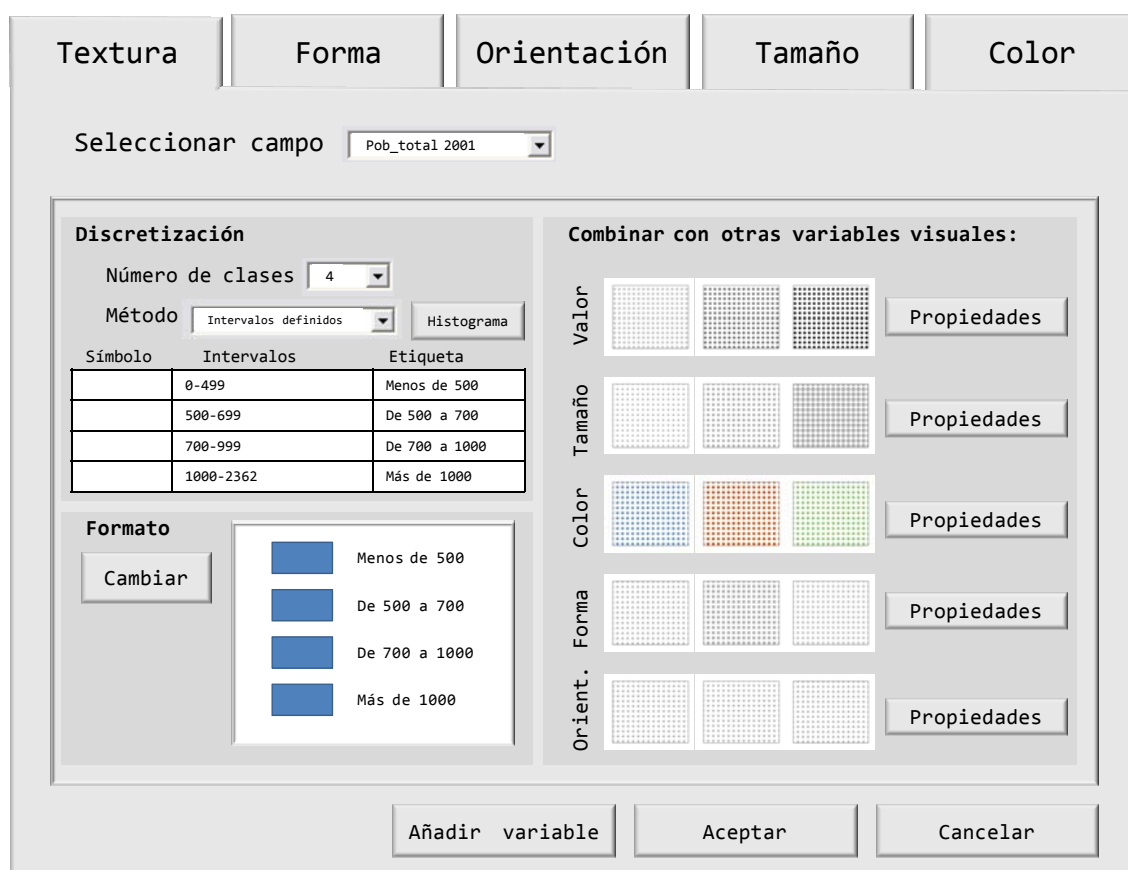


Figura 2-82: Propuesta en relación con la variable visual textura. Elaboración propia.

Hasta ahora se ha tratado de cubrir los requisitos expuestos en las tres primeras líneas de actuación mencionadas: establecimiento de limitaciones, estructuración en base a las variables visuales y posibilidad de elección de los formatos de leyenda; la última de las líneas, la superposición de variables, trata de solventarse con la opción de añadir variable existente en cada uno de los módulos, de forma que por ejemplo una vez creada una capa temática graduada por tamaño pueda añadirse una segunda codificada mediante color. Resulta obvio que en este caso también deben de existir limitaciones, permitiéndose tan solo las trayectorias cartográficas cuyo uso sea correcto.

2.4.6. La concepción y elaboración de la presentación final

Una vez que ya se ha elaborado la capa con la codificación temática es hora de diseñar y confeccionar la presentación del mapa que va a llegar a los usuarios finales, lo que en ocasiones se configura como la última tarea del geógrafo puesto que la publicación o impresión pueden corresponder a otros profesionales.

El entorno de trabajo SIG permite al usuario distinguir entre dos modos de visualización de las capas de información espacial. Por un lado lo que puede denominarse **espacio de trabajo**, donde está permitido desplazarse por el territorio representado pudiendo cambiar sin problema de escala de visualización encontrando el único condicionante en el tamaño de la pantalla del ordenador, y por otro lado la **vista de maquetación**, comúnmente denominada

layout, en la que la visualización de las capas se acomoda al formato final de salida que vaya a tener el mapa lo que implica la elección de una escala de trabajo fija así como la incorporación de todos aquellos elementos que permitan o ayuden a la decodificación del mapa y la consideración de la tipografía escogida para los textos incluidos (Lo y Yeung, 2007). La ordenación de todos estos aspectos a tener en cuenta requiere por una parte el conocimiento de la jerarquía visual que se establece en cualquier documento gráfico por una parte y la búsqueda de una presentación estéticamente correcta por otra (Denègre, 2005).

La elaboración correcta de la presentación final del mapa debe lograr los siguientes objetivos (Dent, 1999):

1. Organizar el material gráfico en un conjunto coherente, en una estructura visual e intelectual que facilite la comunicación
2. Enfatizar el objetivo del mapa
3. Dirigir la atención del lector
4. Desarrollar un enfoque estético del mapa
5. Coordinar los elementos básicos y los temáticos del mapa
6. Mantener las convenciones cartográficas en la medida de lo posible
7. Proporcionar al cartógrafo un reto en la búsqueda de soluciones creativas

2.4.6.1. Los elementos del mapa

Los propósitos diversos que pueden tener los mapas, unido a la amplia variedad de trayectorias cartográficas por seleccionar pueden hacer a cada mapa completamente único, pero es importante reconocer que todos tienen una serie de elementos comunes, que son los que facilitan la comunicación cartográfica (Slocum *et al.*, 2005). Estos elementos comunes son los denominados elementos de un mapa algunos de los cuales son obligatorios y otros opcionales. De este modo la maquetación final de un mapa se asemeja a un puzzle en el que diversos bloques deben encajarse de la mejor manera posible, la única diferencia con los puzzles es que aquí hay más de una forma correcta de distribuir las piezas.

A continuación se presenta la descripción de dichos elementos (*Vid. Figura 2-83*), teniendo en cuenta que el orden obedece a la secuencia lógica en la que los mismos deberían irse incluyendo en la construcción de la maqueta (Slocum *et al.*, 2005).

2.4.6.1.1. Marco de trabajo

Una vez definido el tamaño del papel o el formato digital debe establecerse cuál va a ser el marco de trabajo, entendiendo este como el espacio disponible para localizar el resto de elementos (Denègre, 2005). En el caso de mapas impresos resulta evidente que el marco de trabajo no puede corresponder con la totalidad de las dimensiones del papel, a no ser que se opte por una impresión a sangre. Queda a elección del geógrafo la delimitación física del mismo, teniendo en cuenta que se deberá optar por líneas finas en colores preferiblemente neutros que no pesen demasiado en el conjunto del mapa.

2.4.6.1.2. Área cartografiada

Es el área de la superficie terrestre que se ve representada en cada mapa en concreto, en el caso de cartografía temática incluye de forma obligada la simbología temática resultado del proceso de codificación cartográfica y de forma opcional la base espacial, como marco de referencia geográfico (Lo y Yeung, 2007).

En algunos casos el área cartografiada aparece como una entidad independiente, definida por límites generalmente administrativos (fronteras nacionales, límites municipales, delimitaciones continentales...) mientras que en otras ocasiones el área de estudio simplemente se resalta visualmente respecto al resto de entidades que aparecen (Slocum *et al.*, 2005).

El sentido común hace que este sea el elemento al que se dedique mayor espacio en el conjunto del mapa, pero no se puede asumir que este sea en si mismo el mapa, por lo que debe reservarse lugar para el resto de elementos. Habitualmente es la forma del área cartografiada la que determina la orientación vertical u horizontal del documento (Denègre, 2005).

2.4.6.1.3. Mapa auxiliar a la lectura

Son áreas cartografiadas de menores dimensiones que el área principal con la que deben compartir el estilo de representación para que parezcan distintas partes de un mismo conjunto. Su empleo es optativo, supeditado normalmente al espacio del que se disponga en el documento final, pero es obligado que dispongan de sus propias referencias (Título, leyenda, escala, norte...) en caso de que no sean compartidas con el mapa principal. Pueden servir a propósitos varios (Slocum *et al.*, 2005):

- Mostrar el área principal cartografiada en relación con otra de mayores dimensiones que resulte más fácil de reconocer o que sirva para **facilitar la localización**. Un ejemplo podría encontrarse al cartografiar la densidad de población andaluza añadiendo un mapa de apoyo en el que se mostrara España con Andalucía en un tono más oscuro.
- **Aumentar la escala de zonas importantes o conflictivas** que merezca la pena ver ampliadas. Por ejemplo, el área metropolitana de Barcelona puede presentar un apelmazamiento excesivo de símbolos al representar la población graduada por tamaño a escala nacional, de manera que podría abrirse una ventana donde esta zona en concreto se viera ampliada a una escala de trabajo mucho mayor.
- Presentar cartografía de **temas relacionados** con la temática principal o esta misma pero en **diferente fecha**.

2.4.6.1.4. Título y subtítulos

Es uno de los elementos obligados en cualquier mapa, debería ser una descripción sucinta de lo que se representa en el mapa y de la fecha de referencia, tratando de evitar que sea demasiado largo y que presente información innecesaria. Los subtítulos son utilizados para añadir explicaciones adicionales especialmente en caso de que la fecha no haya sido incluida en el título o que se quiera incluir el nombre de la región cartografiada (Zanin y Trémelo, 2002).

Conviene situarlo en la parte superior del mapa buscando ser uno de los primeros elementos percibidos por el lector, aunque en ocasiones *se puede mantener justo encima de la leyenda para evitar tener que ir de un elemento a otro* (Monmonier, 1993).

2.4.6.1.5. Leyenda

Es el elemento clave que permite la decodificación del mapa puesto que contiene la correspondencia entre la simbología cartográfica utilizada y la realidad que esta representa. En definitiva muestra las discretizaciones de las variables visuales y de las reales puestas en relación permitiendo ver las vinculaciones entre ambas que hacen legible el mapa (Slocum *et al.*, 2005).

Es necesario que todos los símbolos que aparecen en el área cartografiada se encuentren reflejados en la leyenda, incluso si, utilizando formas iconográficas, son autoexplicativos (Zanin y Trémelo, 2002). Habitualmente éstos se localizan a la izquierda y sus definiciones a la derecha en clara alusión a la dirección de lectura empleada en un diccionario occidental.

Es habitual incluir un encabezamiento en la leyenda que vuelva a explicar la temática del mapa y que indique las unidades en las que se mide la variable real. En caso de que la cartografía presente más de una capa de información temática serán necesarios dos encabezamientos con sus correspondientes leyendas completas (Denègre, 2005). La jerarquización interna de la leyenda es importante puesto que facilita la interpretación del mapa (Cauvin *et al.*, 2007b), para lo cual deben agruparse por temas los objetos de misma naturaleza y dentro de cada tema las clases de objetos se organizarán por importancia además de por tipo de implantación. El tamaño de los objetos debe ser el mismo que el presentado en el mapa para evitar equívocos (Denègre, 2005).

El tamaño de la leyenda debe ser suficiente para que la lectura pueda realizarse de forma fácil, su posición depende directamente de la localización del área cartografiada pero conviene que no esté separada de ella por ningún otro elemento, como los mapas auxiliares para que la lectura no se vea distorsionada.

2.4.6.1.6. Escala

Indica la relación de tamaño entre la realidad y el área representada, sirviendo además para permitir al lector medir distancias entre las entidades del mapa. Puede incluirse de forma

gráfica, numérica o expresada en forma de fracción (Denègre, 2005). La escala gráfica debería ser un elemento obligado en cualquier mapa, mientras que las otras pueden ser opcionales especialmente porque dejan de ser útiles en el momento en el que el mapa es escaneado, fotocopiado o, en definitiva, extraído de su contexto original (Slocum *et al.*, 2005).

Conviene situar la escala justo debajo del área cartografiada o incluida en la misma, puesto que su empleo es conjunto. Su diseño depende directamente del tipo de mapa que se quiera realizar, *normalmente en cartografía temática su inclusión es un elemento de referencia y no será utilizado para mediciones concretas por lo que el diseño puede ser sencillo, sin demasiadas divisiones y subdivisiones* (Brewer, 2005), las cuales deberán estar siempre adaptadas al sistema de medida nacional, a ser posible utilizando cifras redondas.

2.4.6.1.7. Orientación

Habitualmente representada por una flecha indicando el Norte, este elemento revela la dirección del mapa. En caso de no estar presente el lector asumirá que la cartografía está orientada al norte por lo que en caso contrario su inclusión es absolutamente irrenunciable (Zanin y Trémelo, 2002). En el caso de cartografía temática conviene que su presencia sea discreta (Brewer, 2005).

2.4.6.1.8. Fuente de información

Permite al usuario saber donde ha sido obtenida tanto la información temática como la espacial por lo que se configura como otro de los elementos imprescindibles. *En teoría debería ser expuesto del mismo modo que si fuera una referencia bibliográfica pero lo habitual es que sea más conciso y menos formal* (Slocum *et al.*, 2005). Su localización óptima se encuentra justo debajo de la leyenda, pero este suele ser uno de los elementos en los que su disposición resulta menos relevante y puede ser utilizada para conseguir un balance mejor de espacios vacíos (Brewer, 2005).

En este apartado puede incluirse también la información dada respecto al sistema de coordenadas utilizado, la cual deberá ser más exhaustiva cuanto más detalle tenga el área cartografiada (Slocum *et al.*, 2005).

2.4.6.1.9. Otros elementos

Una vez mencionados los elementos de obligada inclusión conviene señalar que existen otros que pueden resultar útiles en ocasiones concretas por ser mapas destinados a un público más general que requiera mayor grado de explicaciones o a usuario expertos que puedan asimilar más cantidad de información. Algunos ejemplos de estos elementos adicionales pueden ser textos explicativos, nombres de lugares, gráficos, fotografías, imágenes aéreas, retículas... (Dent, 1999)

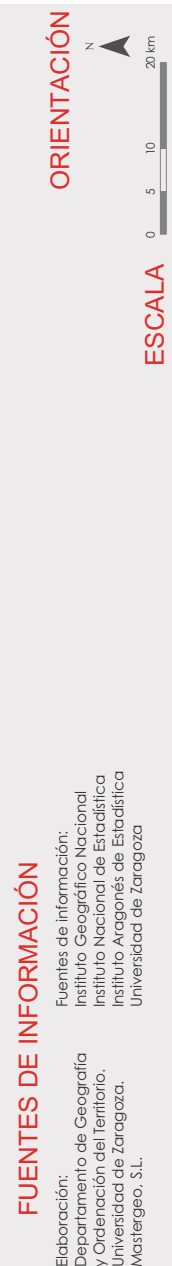
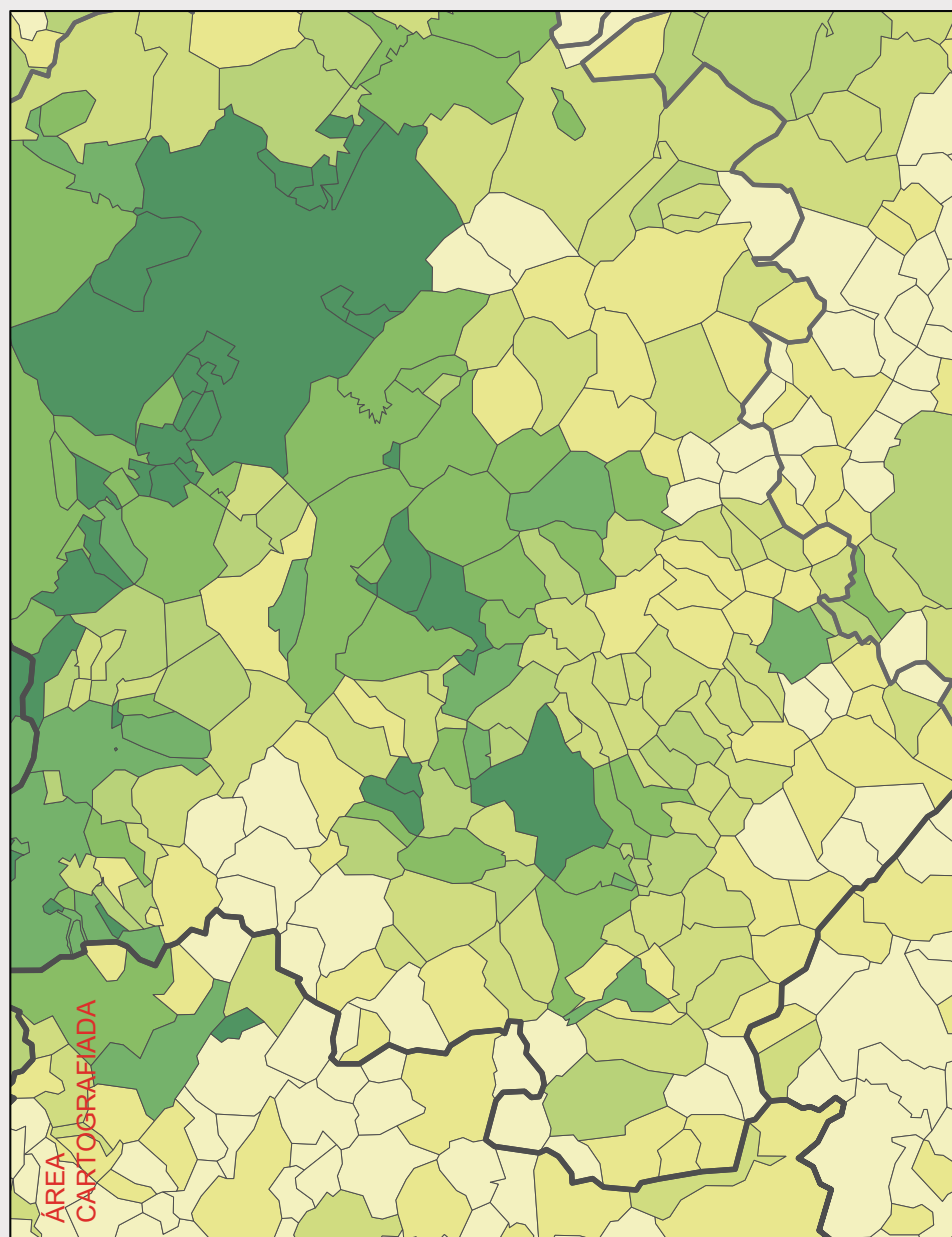
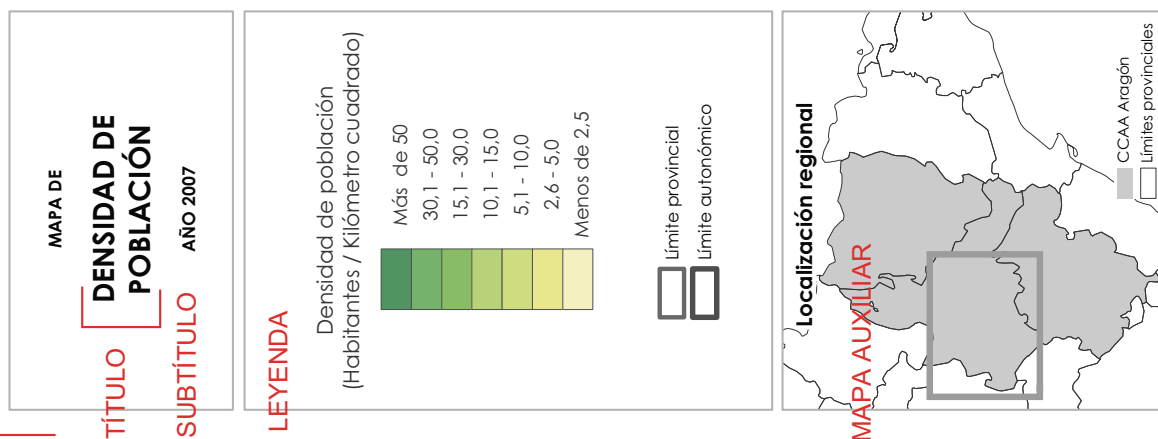


Figura 2-83: Elementos del mapa. Elaboración propia.

El caso de estas últimas es más complejo y en general innecesario en el ámbito de la cartografía temática, pero en caso de incluirse debe tenerse en cuenta dos aspectos: no puede pesar visualmente puesto que invalidaría la simbología empleada por congestionar en exceso la lectura y que su presencia convierte en innecesarias tanto la escala como la orientación, puesto que los meridianos siempre están orientados al norte y la cuadrícula presenta siempre la misma distancia entre líneas.

2.4.6.2. El empleo de la tipografía

Puede deducirse de la lectura de los párrafos anteriores que hay un aspecto adicional que condiciona de forma importante la presencia final de la maqueta: la **tipografía** empleada, la mayoría de elementos: título, subtítulo, leyenda, escala, fuente... incorporan textos cuyas características deben ser definidas en base a la familia del texto (Times, Arial, Palatino...), al estilo utilizado (normal, cursiva, negrita...) y al tamaño medido en puntos. El tipo de palo (serif o sans-serif) en las letras supone también una diferencia tipográfica importante, sin embargo no ha sido demostrado que unas sean más eficientes que otras en lo que a cartografía refiere. Las posibilidades de personalización del texto son múltiples: empleo de mayúsculas, minúsculas o versalitas, la modificación del espacio entre letras, palabras o líneas... (Agudo, 2006)

De cara a la adecuación de los textos en un determinado mapa conviene evitar el uso de los aspectos decorativos como la cursiva que no facilitan la lectura, así como el empleo de más de dos familias en un mismo documento, en caso de ser mapas sencillos conviene reducirlo simplemente a uno (Slocum *et al.*, 2005).

De forma general el tamaño de la letra deberá corresponder a la importancia del elemento en el que esté incluido ese texto, probablemente las dimensiones más grandes corresponderán al título seguido del subtítulo, la leyenda, la fuente de información y la escala. Es importante elegir un tipo de letra que realmente sea legible, Monmonier recomienda no bajar de los siete puntos (Monmonier, 1993), pero lo cierto es que este aspecto queda definido directamente por el público al que va dirigido el mapa: personas mayores o niños exigirán tamaños superiores mientras que usuarios expertos permiten ajustar más los tamaños.

Los programas SIG siempre utilizan un tipo por defecto, es importante que el geógrafo personalice los textos adaptándolos a los requerimientos de la jerarquía visual de cada elemento.

Otro de los ámbitos al que es importante referirse al tratar los textos es a los rótulos y nombres de entidades, también implementados en los SIG mediante módulos automáticos de etiquetado, que resultan especialmente útiles para evitar superposiciones, adecuar los textos a elementos lineales, establecer jerarquías... pero cuyos resultados deben ser revisados para comprobar que se ajustan a lo deseado.

2.4.6.3. La disposición de los elementos

Una vez enunciados los distintos elementos que conforman un mapa conviene tener en cuenta que no todos ellos tienen la misma importancia, por lo que su clasificación, lo que Monmonier denomina “*Escala de conceptos*” (Monmonier, 1993), es un paso obligado antes de comenzar a distribuirlos en el marco de trabajo. Posteriormente deben tenerse en cuenta consideraciones estéticas de cara a obtener un buen resultado final.

2.4.6.3.1. El establecimiento de la jerarquía intelectual y visual

El nivel jerárquico que se le asigna a cada uno de los elementos es un proceso subjetivo que depende del autor del mapa, sin embargo podría asumirse que de forma general el ranking queda de la siguiente forma (Slocum *et al.*, 2005):

1. Codificación temática
2. Títulos, subtítulos y leyenda
3. Base espacial
4. Fuente de información
5. Escala, orientación...
6. Resto de elementos

A continuación debe establecerse la correspondencia entre la jerarquía intelectual presentada y la visual que se mostrará en el mapa definitivo, lo cual se realiza principalmente a través de la posición del objeto, de su tamaño y del grado de enfatización que se emplee en sus colores. Una jerarquía visual efectiva atraerá a los lectores en primer lugar hacia los elementos más importantes (Denègre, 2005; Cauvin *et al.*, 2007b).

Cabe enlazar el comentario a este respecto con el **fenómeno figura-fondo**, *a menudo considerado como el modo más instintivo de organización perceptual* (Dent, 1999) que refiere a los métodos de acentuación de un objeto sobre otro basado en la percepción de una cercanía mayor al lector (Slocum *et al.*, 2005).

La teoría de diseño de mapas no ha conseguido establecer una guía que permita asegurar este efecto en cualquier situación (MacEachren y Mistrick, 1992) sin embargo el sentido común habla de la utilización de colores más saturados, preferiblemente cálidos, líneas de mayor grosor, tamaño de letra que se perciban sin dificultad... para tratar de acentuar los aspectos considerados como “figura” que correspondan con los elementos con una posición más elevada en la jerarquía intelectual. En general los elementos coloreados siempre prevalecerán sobre los colores neutros como los grises o los que tengan un porcentaje similar y relativamente escaso de cada una de las tintas.

La pérdida de peso visual necesaria para los elementos de menor jerarquía viene de la mano del empleo de tonos suaves, preferiblemente neutros, con grosores de línea más finos, tamaños de letra más pequeños y sin efectos...

Con un grado importante de probabilidad se trata simplemente de utilizar correctamente la semiótica, las propiedades de los propios signos que configuran los diferentes elementos para conseguir una ordenación visual jerarquizada en los términos que el autor considera oportuno.

2.4.6.3.2. La aplicación de criterios estéticos

La calidad de un mapa es también en parte un asunto de estética. Los mapas deberían ser armoniosos. Un mapa feo, con colores desagradables, un tratamiento rudimentario de las líneas, con una disposición de elementos pobremente diseñada puede ser tan preciso como un mapa bonito, pero es menos probable que inspire confianza (Wright, 1942).

Aunque esta cita cuenta ya con más de seis decenios no ha perdido vigencia, una primera impresión agradable a la vista facilitará el acercamiento del lector a la cartografía, maximizando el esfuerzo que esté dispuesto a invertir en su decodificación. Una composición equilibrada favorecerá la lectura focalizando la atención sobre los elementos más significativos y dejando los de menor jerarquía para un análisis más en profundidad. Una presentación antiestética puede considerarse como ruido en el proceso de comunicación cartográfica puesto que de alguna manera distrae la atención del receptor del mensaje principal.

Pueden identificarse tres elementos que permiten formar la base para evaluar la estética de un mapa (Karssen, 1980):

- **Composición:** *Hace referencia a la disposición del énfasis adecuado sobre los elementos de mayor importancia.*
- **Claridad:** *Vinculada a la facilidad de reconocimiento de cada uno de los elementos del mapa por parte del usuario final.*
- **Armonía:** *Considerada como la relación entre todos los elementos que componen el mapa, la apariencia de los mismos como parte de un conjunto o simplemente una serie de elementos que se han puesto juntos.* Desde el punto de vista de otros autores como Slocum, Dent o Brewer, la armonía enlaza directamente con el concepto de **balance**, entendido como la organización adecuada entre los elementos del mapa y el espacio vacío. Nuestra formación nos ha llevado también en esta dirección que asumimos como criterio fundamental. Un balance adecuado hace parecer que los elementos se complementan entre sí, mientras que uno incorrecto puede remitir a dos situaciones: una primera en la que los distintos elementos parezcan competir por el espacio y una segunda en la que los espacios blancos tengan un peso excesivo. No hay que caer en el *horror vacui* ni dejar que los elementos parezcan flotar en demasiado espacio vacío. Al configurar una presentación cartográfica, la introducción de los elementos es conveniente realizarla en función de su importancia y tamaño, cada uno de los elementos que

se introduzcan de forma sucesiva altera el equilibrio anterior, de forma que probablemente serán necesarias varias iteraciones hasta conseguir el resultado óptimo.

En realidad todo buen cartógrafo que aprecie su trabajo quiere entender que *el arte de la cartografía... no es solamente un anacronismo que sobrevive desde la era precientífica; es una parte integral del proceso cartográfico* (Keates, 1996).

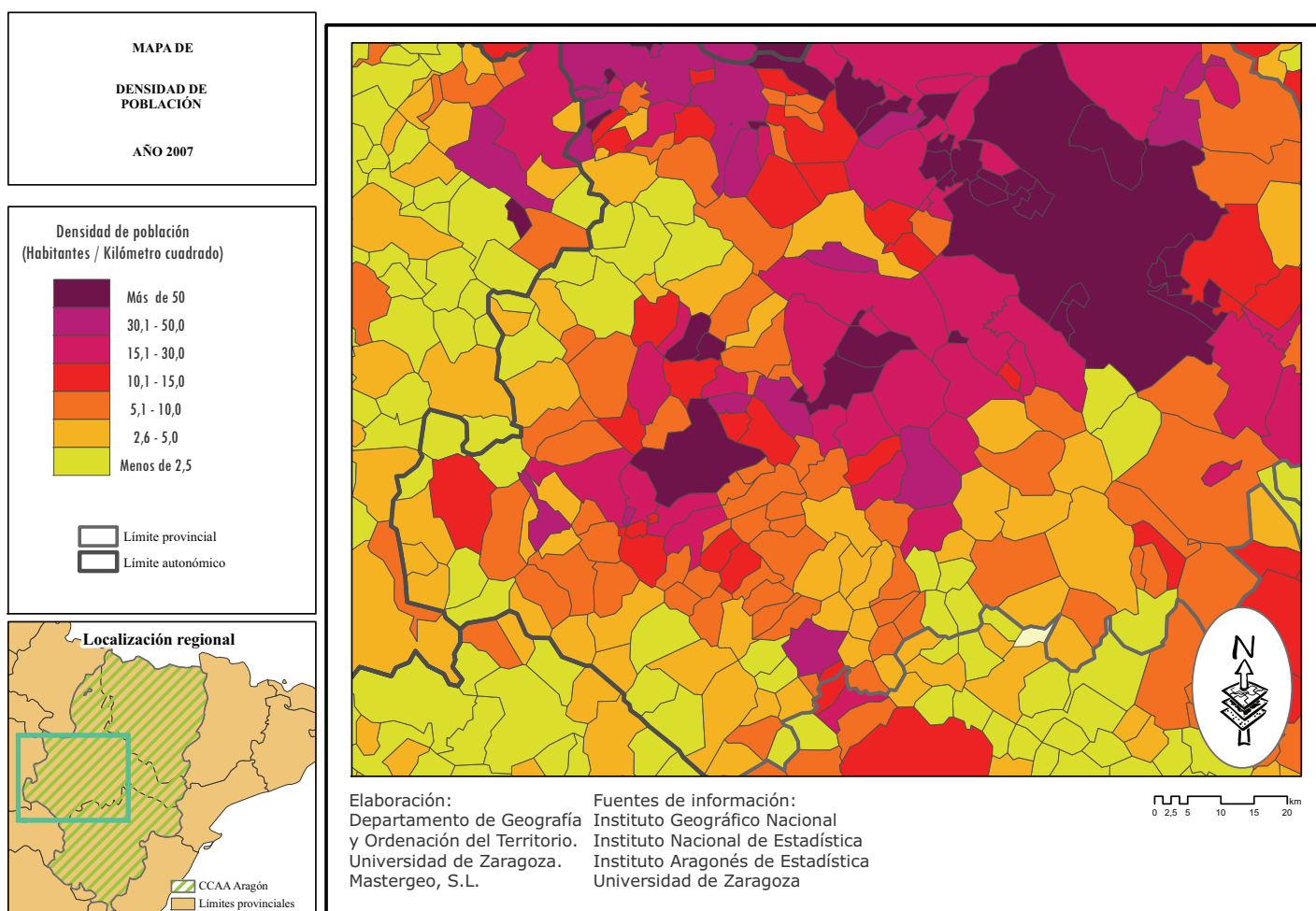
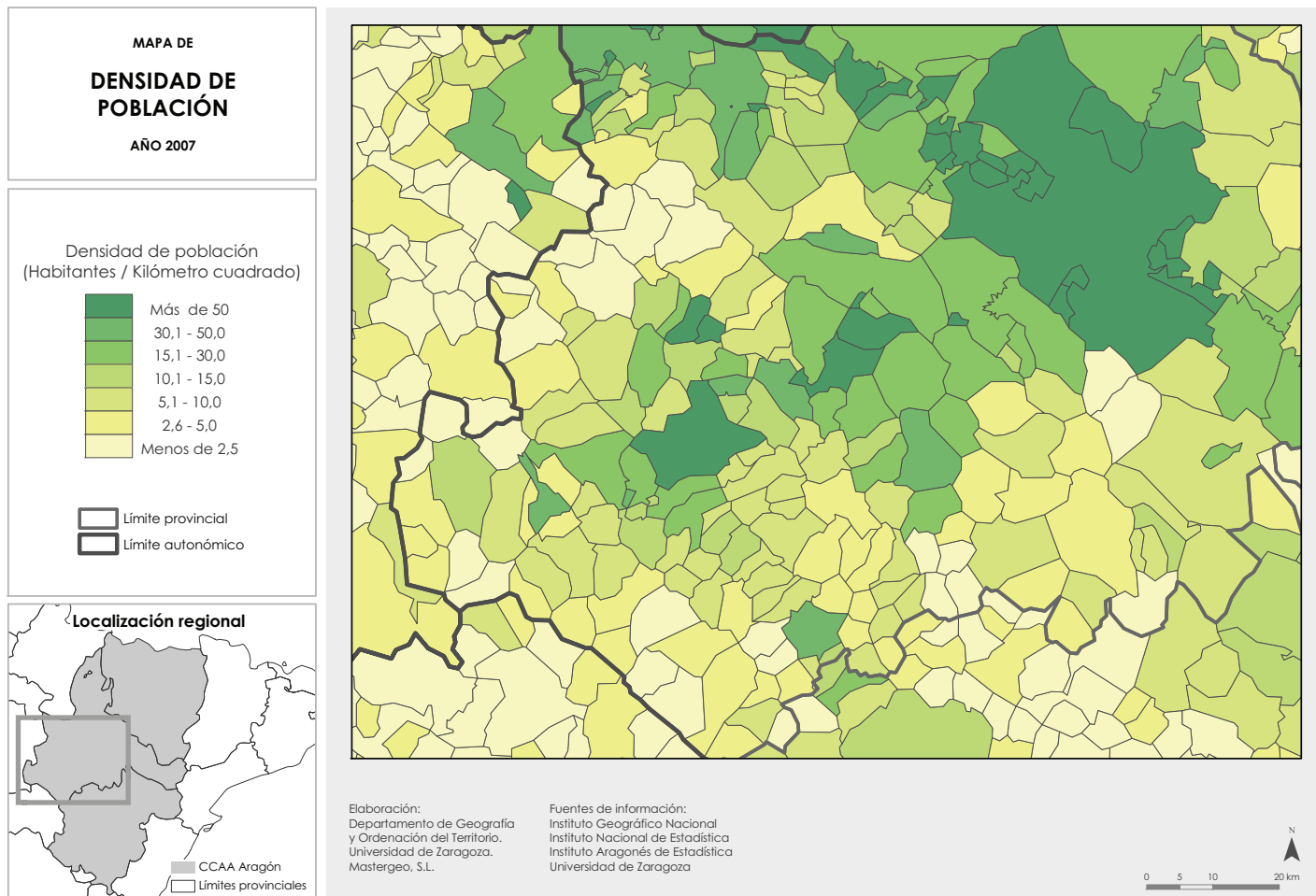


Figura 2_84: Comparación de cartografía bajo criterios de estética. Elaboración propia.



3

LA VARIABLE POBLACIÓN: ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEMOGRÁFICAS Y PROPUESTA CARTOGRÁFICA PARA SU REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS

3. LA VARIABLE POBLACIÓN: ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEMOGRÁFICAS Y PROPUESTA CARTOGRÁFICA PARA SU REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS

Uno de los objetivos de esta tesis doctoral es presentar la cartografía como herramienta útil para el análisis e interpretación de las variables de población. Se impone exponer brevemente el enfoque que desde la geografía permite su estudio, aportando tanto la definición como el campo de acción que abarcamos desde nuestra disciplina, pero huyendo de la necesidad casi imperiosa que suele tener el mundo académico de ocuparse de la disquisición de los límites de cada ciencia.

Ya Zelinsky afirmaba que los *límites entre las disciplinas académicas son puramente administrativos* (Zelinsky, 1982), por lo que conviene más centrar nuestra curiosidad y valorar las investigaciones por los descubrimientos y originalidad de los mismos (Bolsi, 1993). Es por esto que dedicaremos el apartado introductorio, no tanto a fijar nuestros temidos ambitos de estudio si no a presentar los contenidos y la manera en la que la población es abordada y estudiada desde la Geografía.

Antes de continuar conviene matizar las diferencias entre los términos población y demografía, el primero de los cuales *refiere simplemente al conjunto de personas que habitan la Tierra o cualquier división geográfica de ella* (RAE) mientras que el segundo tiene un carácter más complejo puesto que enuncia el *estudio estadístico de una colectividad humana, referido a un determinado momento o a su evolución* (RAE). Aunque técnicamente no son exactamente el mismo concepto a lo largo del discurso se utilizan de forma indistinta puesto que, en definitiva, hacen referencia al mismo objeto de estudio.

Este tercer capítulo recoge también la inquietud que se tiene desde la cartografía por adaptarse a cada uno de los temas que se pueden representar. Las reglas de juego son iguales pero sería de una ingenuidad manifiesta pensar que los mapas son independientes de su contenido lo que de paso lleva colateralmente a afirmar que no hay cartografía inocente (Monmonier, 1991).

La población, al igual que cualquier otro tema de estudio convertido en variable cartográfica, posee una serie de características propias que una vez descubiertas y analizadas permiten una adaptación más eficaz del lenguaje cartográfico consiguiendo una codificación más adecuada que permita exponer matices que podrían quedar difuminados sin el adecuado tratamiento semiológico de su representación. Es por esto que se dedica un apartado a la identificación de las variables demográficas, y a las características que presentan de cara a, posteriormente, realizar una propuesta cartográfica acomodada a las mismas.

3.1. LA GEOGRAFÍA DE LA POBLACIÓN O GEODEMOGRAFÍA

Asumiendo la división académica de la geografía en tres ramas: física, regional y humana, lo que no deja de ser cuestionable; la Geografía de la Población se encuentra enmarcada en la última de ellas. La ciencia geográfica en su afán por explicar la cambiante

faz de la Tierra encuentra en la población un factor condicionante y condicionado y por lo tanto en los análisis demográficos un instrumento indispensable. Es por esto que a partir de los intereses comunes de las zonas de contacto entre geografía y demografía aparece la Geografía de la Población, este “nuevo ente” recibe parte de las cualidades de cada una de las líneas de origen (Noin, 1991).

La pregunta fundamental que se hace la demografía enlaza con la determinación de los efectivos de las poblaciones y su caracterización, a este objetivo general la Geografía de la Población, también conocida como *Geodemografía*, *Demogeografía* o incluso pero menos habitualmente *Demografía espacial* (Reques Velasco, 2006), añade lo propio de su saber hacer: el componente espacial y ahí sí que la presencia de la cartografía logra su máxima virtualidad y relevancia puesto que con ella se hacen visibles las diferencias que acaban configurando las singularidades territoriales.

3.1.1. Definición y trayectoria

La Geografía de la Población persigue como fin último describir y comprender las relaciones entre la población y el espacio, abarcando tanto su distribución espacial, como sus movimientos de población y la diferenciación del espacio (Noin, 2005).

En definitiva, se puede afirmar que el propósito de la *Demogeografía* es muy amplio, al igual que el de las disciplinas que lo sustentan, en parte derivado de la perspectiva teórica que asuma el investigador, pero en definitiva se puede reducir a la necesidad de conocer de que manera las especificidades geográficas de un territorio influyen en las particularidades de su población y, desde el punto de vista complementario, el papel jugado por las características de una población en la configuración de un territorio. De esta forma se plantea la interdependencia de los procesos demográfico-territoriales y se sugiere la necesidad de detectar esos mecanismos de interacción (Noin, 1991; Bailly y Beguin, 1992). Las nuevas definiciones simplifican la definición al estudio de la población por el lugar en el que ésta vive (Harris *et al.*, 2005).

La Geografía de la Población ha conocido tantos enfoques epistemológicos como su propia ciencia madre, la Geografía, lo que ha conllevado su evolución a lo largo del tiempo:

- La **Geografía Regional Clásica** contribuyó escasamente a su desarrollo y sistematización, probablemente en parte debido a las limitaciones impuestas por la época: insuficiente sistematización en la recogida de estadísticas, escasa institucionalización de la Geografía de la Población, utilización de métodos meramente descriptivos... (Reques Velasco, 2006)
- La **Geografía Cuantitativa**, sin embargo, unida al desarrollo de las técnicas que permitieron la recogida y tratamiento de la información estadística, logró impulsar la *Geodemografía* en la que encontró una fuente abundante de números fácilmente sistematizables a los que aplicar tasas, índices e

indicadores (Reques Velasco, 2006). Como consecuencia se consiguió más un avance técnico que metodológico, su estudio tenía más un componente demográfico que geográfico en parte debido a que la cartografía como herramienta de análisis y de estudio no estaba aun ampliamente extendida, en gran medida por las limitaciones tecnológicas y de información espacial del momento (García Ballesteros, 1987). La cuantificación de los fenómenos, la elaboración de teorías y modelos analíticos, predictivos o explicativos, la formulación y verificación de hipótesis, las técnicas de representación gráfica... han avanzado notablemente desde entonces y a raíz de los esfuerzos realizados desde el seno de esta corriente (Woods, 1986).

- De mano de la **Geografía Radical** aparecieron nuevos temas de estudio relacionados con la población que fueron considerados como socialmente relevantes: La aparición de conceptos como el Tercer Mundo, centro-periferia el estudio del binomio población-desarrollo, el papel imperialista de determinadas políticas demográficas, la inmigración, las minorías marginadas... Se pasó de un enfoque cuantitativista más centrado en cifras y datos a adoptar una visión social de la población condicionada por las teorías marxistas (García Ballesteros, 1987).
- La aportación de la **Geografía de la Percepción y del Comportamiento** ha sido un marco teórico que permite la explicación de algunos fenómenos demográficos, tales como la emigración partiendo del estudio de los determinantes socio-psicológicos. Esta corriente es especialmente crítica con las teorías neopositivistas centradas en principios de optimización económica de la organización espacial por su marcado carácter economicista (Reques Velasco, 2006).
- *En los últimos años la problemática ligada a los procesos de globalización ha llegado al campo de la Geografía de la población acentuando el debate sobre el papel de las escalas global y local en los estudios geodemográficos* (García Ballesteros, 2000). *Desde que la transición demográfica se ha convertido en un fenómeno universal, se ha incrementado el interés por las divergencias de las configuraciones regionales y por las disparidades en los comportamientos demográficos a nivel local* (Thumerelle, 1996). *La resistencia a la normalización de los hechos demográficos hace que la escala local y los conceptos a ella asociados recuperen importancia en la Geografía de la Población contemporánea* (García Ballesteros, 2000). Unido a esto la generalización de los SIG en las investigaciones geográficas ha impulsado las tendencias neopositivistas que encuentran mayor facilidad en analizar a la gente en referencia a donde viven, (*analysis of people by where they live*) (Sleight, 1997; Harris et al., 2005).

En definitiva, a la luz del recorrido realizado a través de las diferentes corrientes, es posible afirmar con Ballersteros que la Geografía de la Población presenta un *mercado pluralismo conceptual y epistemológico y un campo de estudio extraordinariamente variado y amplio, no solo según la concepción epistemológica de cada autor y de cada obra, sino también de los países* (García Ballesteros, 1987). De esta forma los países centran sus estudios en sus propios problemas demográficos: el mundo Occidental focaliza su atención en el estudio del envejecimiento, la caída de la natalidad y más recientemente los procesos de inmigración mientras que los países menos desarrollados o periféricos dirigen sus esfuerzos al entendimiento de la explosión demográfica, los procesos de hiperurbanización y los fenómenos migratorios entre otros temas. En cualquier caso, como puede desprenderse de los estudios de Passarge, hasta en la consideración de la geomorfología y los paisajes, el punto de vista, indubitavelmente ligado a lo cultural, es la razón esencial de la consideración de los temas geográficos. Con mayor motivo en los temas poblacionales. Como tantas veces al final se desemboca en la Geografía como puntos de vista o enfoques.

3.1.2. Contenidos

La demografía considera que sus esfuerzos deben dirigirse a tres áreas temáticas de estudio: Los movimientos naturales de la población, los movimientos horizontales y los movimientos verticales, entendidos en los siguientes términos (d'Entremont, 2001):

- *Movimientos naturales de la población natalidad, mortalidad y crecimiento vegetativo.*
- *Movimientos horizontales de la población: migraciones*
- *Movimientos verticales de la población y composición de las poblaciones en su doble faceta de estructura demográfica por sexo y edad y de estratificación social.*

Resulta obvio que estas tres grandes áreas temáticas son compartidas como contenido englobado en la Geografía de la Población, si bien el matiz es ligeramente diferente, en concreto porque esta sub-disciplina es capaz de reconocer que el contenido espacial no solo se encuentra en los movimientos horizontales de la población, que es el único momento en el que se vislumbra en la demografía.

El grado de consenso que se acuerda a la noción de que la Geografía en general se interesa esencialmente por la distribución espacial de las cosas sobre la superficie terrestre nos permite denominar Geografía de la Población al estudio de las variaciones espaciales de la población humana. Desde luego se ocupa no sólo de las cifras sino también de las características de la población así como de su crecimiento y movilidad (Trewartha, 1969).

Estando de acuerdo con el párrafo anterior se asume que la *Geodemografía*, está capacitada para analizar el componente territorial en los tres tipos de movimientos descritos

CAPÍTULO 3 · La variable población: estudio de las variables demográficas y propuesta cartográfica para su representación y análisis

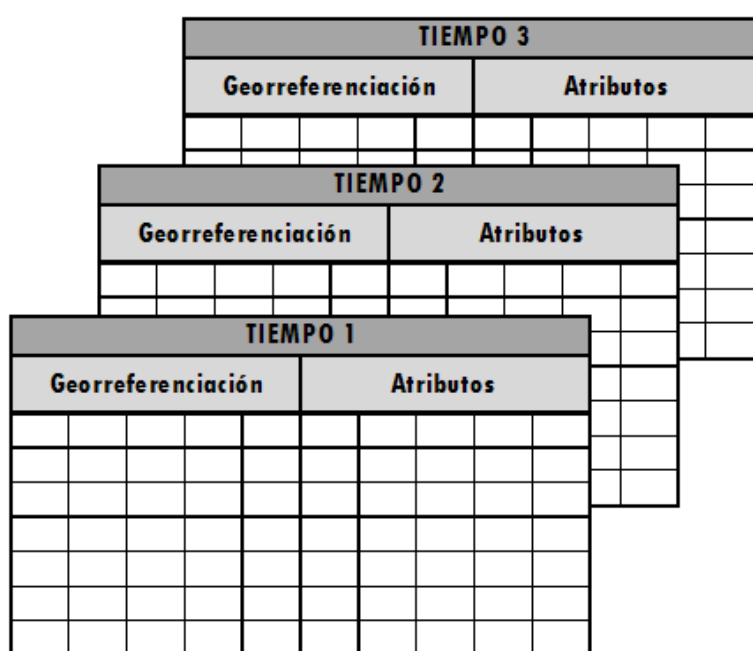


Figura 3-1: Matriz geográfica modificada, basado en (Aguilera Arilla et al., 2003) y ésta en (Berry, 1964; Dangermond, 1986)

Es por esto que los campos de acción específica de la Geografía de la Población son por un lado su distribución geográfica, su estructura demográfica y la dinámica ya sea natural o migratoria, pero, a diferencia de la demografía englobándolos en la matriz geográfica, es decir teniendo en cuenta sus componentes espacial y temporal. Todos ellos pueden ser estudiados de forma conjunta para comprender las dinámicas propias de una sola región o de forma monográfica, siendo útiles cada uno de los enfoques para distintos propósitos, aunque probablemente el estudio conjunto será de una incalculable utilidad en el marco de la Ordenación del Territorio.

3.1.3. Nuevas aportaciones

Los ámbitos temáticos mencionados, distribución, dinámica y estructura de la población, han supuesto la columna vertebral de los estudios geodemográficos a lo largo de toda la

historia de esta disciplina. Ya se ha mencionado que, en consonancia con las diferentes corrientes y enfoques metodológicos, nuevas inquietudes y áreas de estudio han ido surgiendo, en unas ocasiones tratando de completar y añadir información a los análisis y en otras considerándose nuevos ejes vertebradores, tratando de aportar consistencia, cohesión y nuevas estructuras internas lo que de alguna manera amplía la clasificación previamente presentada.

Al fijar la mirada en una de las últimas publicaciones a nivel nacional respecto a estos asuntos, en el tomo “*Demografía*” del Atlas Nacional de España (Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008) en el que se engloba esta investigación, se observan al menos dos aspectos que se apartan de la estructura tradicional expuesta. Por un lado uno de los capítulos hace referencia a la funcionalidad espacial en relación con la población y por otro a la calidad de vida de las personas:

- La funcionalidad espacial en relación con la población: El análisis de sus funciones no es nuevo. Ya aparece en los intentos de modelar el espacio, propio de las corrientes cuantitativistas. Sin embargo aquellos intentos de ajustar la realidad a esquemas medianamente sencillos no han mantenido su importancia a lo largo del tiempo, debido probablemente a que la realidad escapaba a los parámetros encorsetados de dichos modelos y a su carácter excesivamente economicista. Sin embargo en la actualidad se está buscando un nuevo acercamiento al estudio de la funcionalidad espacial que, lejos de intentar ajustar la realidad a los modelos, trata de acercarse a ella, analizándola e interpretando las verdaderas funciones que adopta el espacio, cada vez más complejas debido a la desagregación de los espacios vitales de la población. Cuando las unidades espaciales de referencia cartografían hechos geográficos o modelizan el espacio anclando la información al territorio, acaban apareciendo las diferencias territoriales, lo que no sucede cuando las unidades espaciales de referencia con las que se mueve el economista o el modelo están cercanas a lo que en la denominación clásica de Eurostat serían los niveles NUT2 o NUT3.
- La calidad de vida de las personas: El término “*Sociedad del bienestar*” empieza a utilizarse en la década de los 80 para definir aquellas sociedades donde la economía de mercado se mantiene y desarrolla al mismo tiempo que el estado asegura un conjunto de prestaciones sociales en el marco de un régimen de libertades. Andersen define el estado del bienestar como el “*modelo de estado que interviene en la vida económica y social para alcanzar cotas de política social y calidad de vida. Su intervención se sustenta en los principios de justicia e igualdad social y pluralismo político como inspiradores de todas las actuaciones*” (Esping-Andersen, 1990).

Como se puede ver este concepto se encuentra íntimamente ligado a la calidad de vida que posea la población. Desde el punto de vista de la *Geodemografía* ya no

solo preocupa quien vive, donde y como es; empieza a surgir la inquietud de conocer también el cómo se vive, que nivel de calidad de vida se tiene y dónde puede encontrarse.

La cartografía puede ayudar mediante la relación visual de distribuciones poblacionales a poner de manifiesto hasta qué punto la demanda (población) se ajusta con la oferta (equipamientos o niveles asistenciales) y hasta qué punto el ajuste se adapta siguiendo pautas de cercanía o alejamiento. Será un instrumento útil, y todavía lo será más en un mundo como el nuestro en el que las cuencas de vida son absolutamente irreverentes con las divisiones administrativas al uso.

3.2. CARTOGRAFIANDO LAS VARIABLES DEMOGRÁFICAS: CONSIDERACIONES CARTOGRÁFICAS

Hoy en día las actuaciones relevantes para los estados desde el punto de vista de la Ordenación del Territorio no pueden eludir las políticas demográficas, éstas deben abordarse desde el cuidadoso análisis y diagnóstico del territorio a través de una cartografía que espacialice las variables poblacionales, recogiendo problemas y disfunciones; planteando objetivos y líneas de actuación que tengan en cuenta los deseos de los residentes, las posibilidades económicas y su integración en el espacio. La cartografía de variables demográficas reúne tres características de interés que la potencian en una sociedad necesitada de instrumentos ágiles, de fácil comprensión y legibilidad (Pueyo Campos, 1993):

- *Capacidad analítica*, con la tradicional presentación de resultados, de una manera sencilla con poco esfuerzo para su lectura e interpretación.
- *Capacidad sintética*, reagrupando información proveniente de distintas fuentes, variables o momentos temporales ya sean censos, padrones, encuestas...
- *Capacidad de Experimentación*, Ofrece la posibilidad de probar y examinar prácticamente la virtud y propiedades de las diferentes opciones del espacio frente a posibles actuaciones o tendencias demográficas.

No hay que olvidar que el progreso de la geografía contemporánea puede medirse en la riqueza creciente de ilustraciones gráficas que muestran la diferenciación del espacio terrestre (Claval y Wieber, 1969). El lenguaje cartográfico apoya la construcción de documentos gráficos eficientes dada la posibilidad de aplicarlos a prácticamente cualquier tipo de variable real. Pero, tal y como ha sido puesto de manifiesto en capítulos previos, la forma final de representación depende de manera directa del investigador, de la experiencia y formación que éste tenga respecto al código cartográfico y a la información temática a representar y por supuesto de la concepción semiótica o semiológica que quiera imprimir en el resultado. Resulta evidente que, habiendo asumido la existencia de multitud de opciones válidas de representación uno de los factores condicionantes en esa elección son las características propias de las variables reales.

Es objeto de este apartado descubrir qué se considera una variable demográfica, cuales son las más utilizadas, que características tienen y que consideraciones deben tenerse en cuenta a la hora de cartografiarlas. Utilizando esta argumentación como hilo conductor se podrá realizar un análisis lo suficientemente profundo para permitir la configuración de una propuesta cartográfica adaptada a la expresión correcta de sus particularidades.

3.2.1. Las variables demográficas

Se pueden considerar como variables demográficas aquellas **que expresan magnitudes capaces de cualificar o cuantificar la población, su distribución, estructura o dinámica**. Al igual que el resto de información pueden ser tanto variables fundamentales si la información demográfica es directamente extraída del territorio, como pueden ser las cifras totales de habitantes de una región, el número absoluto de mujeres o el de niños menores de 15 años. La otra opción consiste en que sean variables derivadas para cuya configuración son necesarias dos o más variables fundamentales, lo cual es mucho más común en el campo de la Geografía de la Población, siendo el ejemplo de tasas de natalidad, de mortalidad, índices de envejecimiento...

De ahí se deriva que para realizar mapas temáticos conviene tener en cuenta las características que les permiten ser cartografiables. El primer requisito es la **posibilidad de incluir** dichas variables **en una estructura digital**. Esto, que a primera vista puede parecer una exigencia sencilla, conlleva la realización no solo de una serie de procesos intermedios si no la puesta de manifiesto de que la variable **entra dentro de los márgenes de los ya definidos niveles de medida**. Es imprescindible que adopte uno de los mismos y que el geógrafo sea consciente del material con el que está trabajando. Debe señalarse que las variables cualitativas también pueden dar lugar a mapas temáticos, puesto que en definitiva corresponden con varios de los niveles de medida, nominal y ordinal, pero lo cierto es que las variables de carácter cuantitativo dan lugar a mapas más complejos que permiten una mayor aproximación a la realidad.

Obviamente antes de llegar a este análisis es necesario haber realizado el **tratamiento estadístico** que algunas de las variables requieren además de haber **dotado de contenido espacial** a cada una de las cifras. No solo es necesario conocer a que entidad se refieren sino que esa relación esté plasmada en la estructura digital de forma que al unirla a la base cartográfica quede definitivamente georreferenciada. Información demográfica sin la conveniente unión o la plasmación en la base de datos de las coordenadas a las que refiere queda invalidada para su representación cartográfica. Aun a riesgo de parecer que se está exponiendo una obviedad otra de las cualidades previas que debe reunir la información demográfica es la **calidad de sus fuentes de información**. Aspecto, éste, al que se dedicará el siguiente apartado, en concreto a la fuente principal de información empleada en Geografía de la Población: Los censos.

Respecto a las variables demográficas existen dos preguntas que deben resolverse: Cuales son y de donde se puede obtener.

El listado de variables demográficas cartografiables puede resultar infinito, pero se han de seleccionar las que se consideran más relevantes, ya sea por su empleo más extendido, por su utilidad o los aspectos innovadores que presentan. Buscando una exposición más eficaz se ha procedido su agrupación según las áreas temáticas generales ya descritas al principio del capítulo a las que se han añadido dos adicionales, todo ello en el buen entendimiento de que con esto no se agotan las posibilidades, pero también en el convencimiento de que se hace una presentación suficiente y no redundante de la información:

- (1) Distribución de la población
- (2) Estructura de la población
- (3) Dinámica natural
- (4) Dinámica migratoria
- (5) Funcionalidad vinculada a la población
- (6) Calidad de vida de la población.

3.2.1.1. Las fuentes de información para el estudio de la población:

Las fuentes básicas de información corresponden con el censo y con el padrón, a lo que se le añaden otras focalizadas en recolección de datos referentes a la dinámica ya sea natural o migratoria o en la actividad socioeconómica. Este apartado tan solo pretende exponer sus características principales con el afán de resaltar la información que resulta de utilidad desde el punto de vista de la cartografía.

3.2.1.1.1. Los censos de población

Los censos de población constituyen la operación de mayor rango dentro de la actividad estadística oficial y son definidos por la Organización de las Naciones Unidas (En adelante ONU) como *“el proceso de recolectar, compilar, evaluar, analizar y publicar o dar a conocer información demográfica, económica y social en un momento determinado de todos los habitantes de un país o de un área perfectamente delimitada que forme parte de una nación.”* (ONU, 2008)

Atendiendo a la larga trayectoria temporal que ha discurrido desde la puesta en marcha de los primeros censos modernos en el siglo XVIII, conviene diferenciar entre los actuales y los antiguos. Dejando al margen las posibilidades técnicas y su influencia en la calidad de los resultados se considera que *la principal diferencia entre ambos es el propósito para el que han sido ejecutados. Los antiguos censos tenían como objeto obtener un recuento de la población para servir fines fiscales o militares, mientras que los censos modernos son realizados con finalidades de carácter estadístico* (Puyol et al., 1992).

Los censos modernos se realizan normalmente bajo la tutela de los organismos estatales con dicha función, normalmente los Institutos de Estadística, asumiendo las recomendaciones acerca de la **periodicidad** entre un censo y otro que se establece en 10 años lo que, en caso de ser asumido por las diferentes naciones, permitiría efectuar comparaciones internacionales. La **información es recogida de forma individual** para cada habitante, aunque es posible que los datos sean facilitados por un representante. Otra de las características básicas de los censos es su **universalidad**, de modo que recogen información de todas las personas de una región censal sin omisiones ni repeticiones. Es importante que la recogida de datos, ya sea a través de entrevistas personales, cuestionarios por correo, teléfono o internet o la combinación de algunos de estos métodos, se realice de **forma simultánea en una fecha o periodo de tiempo** perfectamente definido al que se referirán las cifras censales. Huelga decir que la información obtenida y los resultados finales requieren un **manejo confidencial**, siendo posible poner a disposición pública tan solo las cifras agregadas, sin permitir la identificación concreta de personas (Reher *et al.*, 1995; Aguilera Arilla *et al.*, 2003; Reher *et al.*, 2005; ONU, 2008).

En este ámbito se consideran de relevancia los temas acerca de los cuales la ONU recomienda recoger información a través de los censos estos se encuentran divididos en nueve grandes ámbitos y sus consiguientes subdivisiones (*Vid. Tabla 3-1*).

Los temas sobre los que se recoge información en un censo son potenciales variables a cartografiar lo que las convierte en objeto de interés desde la cartografía. La calidad de esa información y el tratamiento adecuado de la misma la configuran como uno de los dos pilares necesarios para generar una buena cartografía. Conviene mencionar que la información obtenida o derivada de los registros censales abarcan todos los ámbitos de estudio de la Geografía de la Población, de manera que es posible extraer datos para realizar mapas acerca de la distribución, características estructurales, movimientos demográficos, calidad de vida y funcionalidad (*Vid. Tabla 3-2*).

La temática que abarca la información recogida en un censo se halla condicionada por diferentes factores, los cuales deben de tenerse en cuenta a la hora de utilizar los datos derivados del proyecto censal (ONU, 2008):

- (1) Las necesidades de los usuarios potenciales de la información obtenida.
- (2) El esfuerzo por conseguir un grado lo más elevado posible de comparabilidad de los datos a distintos niveles: internacional, interregional...
- (3) La buena voluntad y habilidad de la población para comunicar la información de manera adecuada.
- (4) La disponibilidad de recursos por parte del Estado o entidad encargada del censo para llevar a buen puerto el proyecto, lo que requiere una buena dosis de previsión y organización.

Tabla 3-1: Temas propuestos por la ONU para su inclusión en un censo de población. (ONU, 2008)

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 1. Características geográficas y de migraciones internas | | 5. Fertilidad y mortalidad | |
| Lugar de residencia habitual | TF | Número de nacimiento de niños vivos | TF |
| Lugar en el momento de realización del censo | TF | Niños actualmente vivos | TF |
| Lugar de nacimiento | TF | Fecha de nacimiento del último niño vivo | TF |
| Duración de la residencia en el presente lugar | TF | Nacimientos en los últimos 12 meses | TFD |
| Lugar de la residencia anterior | TF | Fallecimientos de niños nacidos en los últimos 12 meses | TFD |
| Lugar de residencia en una fecha pasada específica | TF | Edad, fecha o duración del primer matrimonio | TA |
| Población total del lugar de residencia | TFD | Edad de la madre al nacimiento del primer niño vivo | TA |
| Localidad (tipología) | TFD | Fallecimientos en la vivienda en los últimos 12 meses | TF |
| Zona rural o urbana | TFD | Orfandad materna o paterna | TA |
| 2. Características de la migración internacional | | 6. Características educativas | |
| País de nacimiento | TF | Grado de alfabetización | TF |
| Nacionalidad | TF | Asistencia a centro educativo | TF |
| Año o periodo de llegada | TF | Mayor nivel de estudios alcanzado | TF |
| 3. Características de la vivienda y la familia | | Ámbito de educación y calificaciones | TA |
| Relación con la persona de referencia de la vivienda | TF | 7. Características económicas | |
| Composición familiar y de la vivienda | TFD | Actividad económica | TF |
| Status de la familia y de la vivienda | TA | Ocupación | TF |
| 4. Características demográficas y sociales | | Industria | TF |
| Sexo | TF | Situación profesional | TF |
| Edad | TF | Tiempo usualmente trabajado | TA |
| Estado civil | TF | Ingresos | TA |
| Religión | TA | Sector institucional de empleo | TA |
| Idioma | TA | Empleo en economía sumergida | TA |
| Grupo étnico | TA | Lugar de trabajo | TA |
| Grupos indígenas | TA | 8. Características de discapacidad | |
| | | Grado de discapacidad | TF |
| | | 9. Agricultura | |

TF = Tema fundamental TFD = Tema fundamental derivado TA = Tema adicional

Tabla 3-2: Correspondencia entre la temática abarcada por los censos y los ámbitos de trabajo en Geodemografía.

Elaboración propia.

| | Distribución | Estructura | Movimiento Natural | Movimiento Migratorio | Calidad de vida | Funcionalidad |
|--|--------------|------------|--------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1. Características geográficas y de migraciones internas | ✓ | | | ✓ | | |
| 2. Características de la migración internacional | | | | ✓ | | |
| 3. Características de la vivienda y la familia | | | | | ✓ | |
| 4. Características demográficas y sociales | | ✓ | | | | |
| 5. Fertilidad y mortalidad | | | ✓ | | ✓ | |
| 6. Características educativas | | | | | ✓ | |
| 7. Características económicas | | | | | ✓ | ✓ |
| 8. Características de discapacidad | | | | | ✓ | |
| 9. Agricultura | | | | | | ✓ |

En el campo de la *Geodemografía* la información aportada por los censos resulta de importancia crucial puesto que es considerada como la que posee un mayor grado de veracidad y correspondencia con la realidad, por lo que la cartografía derivada presenta una calidad descriptiva de los fenómenos demográficos notablemente mayor. Sin embargo, debe tenerse en cuenta también que los censos presentan un cierto margen de error. La unidad estadística elemental la configura el individuo que posee un carácter dinámico y cambiante, lo que puede ayudar a vislumbrar el alcance de los errores derivados de este simple hecho al que se le añaden algunas otras limitaciones entre las que cabe destacar la variabilidad de tratamiento efectuado entre unos países y otros, que se encuentra muy ligada a sus condiciones de desarrollo; la heterogeneidad existente en las unidades administrativas de las diferentes naciones o el hecho de que los momentos censales estén muy alejados en el tiempo.

3.2.1.1.2. El padrón de población

Haciendo referencia a la nómina de los vecinos o moradores de un pueblo, el padrón de población está considerado como la segunda fuente de información en orden de relevancia. *En definitiva puede definirse como el registro administrativo donde constan los vecinos del municipio. La principal diferencia con el censo de población consiste en que su formación, mantenimiento, revisión y custodia corresponde a las respectivas entidades locales y no al estado central* [INE, www.ine.es].

Las características de simultaneidad, universalidad y registro individual ya mencionadas respecto al censo se mantienen también como calificadoras del padrón, pero su periodicidad

es diferente. En origen el padrón se actualizaba de forma quinquenal, coincidiendo una de cada dos veces con una fecha censal y considerándose al siguiente como una actualización padronal. Sin embargo el avance de las tecnologías y la voluntad de los organismos encargados han permitido una evolución evidente en este campo. En la actualidad es posible su realización anual, de forma que la información demográfica puede presentarse de manera rigurosa y actualizada cada año. Cabe señalar, por otra parte, que el censo está ideado como un documento estático de carácter estadístico, sin embargo el padrón es dinámico y como tal exige constante actualización.

El contenido que se recoge en el padrón no es tan completo como el del censo, de forma que aunque algunos datos coinciden como el sexo, edad, estado civil, lugar de nacimiento y nivel cultural, el padrón presenta menor nivel de detalle. Esta simplificación justifica en parte que su actualización pueda realizarse cada año ya que supone un esfuerzo de menor calado (Reques Velasco, 2006).

Censo y Padrón son las dos únicas fuentes cuyas características merece la pena que sean expuestas en una tesis doctoral cuyo objetivo se desvía hacia la cartografía, sin embargo no puede obviarse que existen otras también de utilidad pero de menor envergadura: Estadísticas vitales, Registros de población, Encuestas de fecundidad, Estadísticas de variaciones residenciales, Encuestas de migraciones...

3.2.1.2. La información demográfica como variable cartografiada

Asumiendo el hecho, más que demostrado, de la utilidad de la cartografía en el estudio y análisis de los contenidos de los que se ocupa la Geografía, asumimos igualmente que la cartografía de variables demográficas es una herramienta igualmente útil. El problema aparece cuando debe decidirse que información será plasmada en un mapa, que indicadores, que índices o tasas, que datos son los más adecuados para conseguir extraer todo su potencial descriptivo y analítico.

El listado de posibles operaciones basadas en información demográfica es largo, cada una de las temáticas generales posee índices e indicadores específicos que son potencialmente cartografiables, pero la transposición al plano de todos ellos es una tarea ardua y posiblemente innecesaria debido a que el tiempo requerido para asimilarla por cualquier lector sería excesivo. La cartografía resulta útil por su capacidad de síntesis, pero no debe exceder sus propios límites, por lo que resulta conveniente establecer una selección de aquellas variables que permitan una visión completa de la geografía demográfica de un territorio sin entrar en particularidades excesivas.

Al hablar de particularidades excesivas, puede resultar útil explicarlo a través de un ejemplo práctico, para lo que se recurrirá al componente demográfico que posiblemente posee indicadores más específicos: la mortalidad infantil, de la que podemos encontrar las siguientes tasas (Reques Velasco, 2006):

- *Tasa de mortalidad infantil*: Relación entre el número de fallecidos menores de un año y el total de nacidos vivos en un año.
- *Tasa de morti-natalidad*: Relación entre los nacidos sin vida en un año y el total de nacidos vivos en ese mismo año.
- *Tasa de mortalidad neo-natal*: Relación entre los fallecidos menores de 28 días y el total de nacidos vivos en un año.
- *Tasa de mortalidad post-neonatal*: Relación entre los fallecidos mayores de 28 días y menores de 12 meses en un año y el total de nacidos vivos ese mismo año.
- *Tasa de mortalidad peri-natal*: Es el resultado de sumar la mortalidad fetal tardía, la mortalidad intrapartos y los fallecidos menores de una semana y dividirlo entre el total de nacidos vivos.
- *Tasa de mortalidad pre-natal*: Relación entre los fetos viables de más de 1.000 gramos de peso y el total de nacidos vivos en un año.
- *Tasa de mortalidad intra-natal*: Relación entre los fetos muertos durante el parto en un año y el total de nacidos vivos en el mismo año.

Como se puede apreciar, aunque técnicamente sea posible la obtención de todos estos indicadores y su transposición a un mapa, la información útil de cara al análisis geográfico que aporta no compensa la inversión en tiempo y esfuerzo que requiere. Indicadores demasiado específicos como los presentados acerca de la mortalidad infantil podrían resultar útiles en el marco de la *Geografía Médica* o de la gestión sanitaria pero resultan innecesarios para la contextualización demográfica de un territorio.

De igual forma el geógrafo debe seleccionar con cuidado las variables que decide cartografiar para conseguir una caracterización eficiente de una región, tomando la decisión en base a una serie de criterios:

- **Significación**: En definitiva, se trata de buscar indicadores que tengan la capacidad de ser, por naturaleza, representativos de la situación demográfica que se quiere describir y analizar.
- **Facilidad de lectura**: La selección de variables reales está en cierto modo supeditada a la posibilidad de realizar cartografía cuya interpretación se perciba como fácil y eficaz por parte del lector. Aun asumiendo una alta carga de significación de un indicador éste puede quedar invalidado si su trasposición al plano exige una codificación cartográfica en exceso compleja.
- **Grado de implantación**: Existen una serie de variables cuyo uso está ampliamente extendido, el cartografiado de las mismas, aun haciéndose cargo de

que su grado de significación puede no ser óptimo, asegura la posibilidad de comparación con mapas de distinta procedencia. Ejemplo evidente de esta situación es el empleo de los grupos de población considerando como jóvenes a los menores de 15 años, de forma que se asume que a partir de los 16 una persona es capaz de desarrollar su vida laboral y vivir con independencia de su núcleo familiar. En épocas pasadas en Europa es posible que esta afirmación fuera cierta, incluso en la actualidad en otras regiones del planeta, pero el discurrir del tiempo han cambiado las tornas de forma que hoy en día es probable que sea más eficaz la consideración de las personas menores de 18 años como el grupo que represente la juventud puesto que es la edad legal que corresponde a la mayoría de edad. Sin embargo la asunción de la cifra de 15 años a nivel internacional sigue otorgando plena vigencia a los indicadores basados en la misma. Se profundizará más en estos aspectos en apartados siguientes.

- **Disponibilidad de la información:** Es común la práctica de condicionar la elección de las variables a la información oficial publicada. Ésto, que puede parecer una obviedad, encierra una gran trascendencia de orden metodológico: ¿Se puede supeditar la selección a las variables disponibles o debería ser al contrario? (Reques, 2006) Lo cierto es que pocos proyectos pueden asumir la recolección de información demográfica adaptada a sus objetivos, por lo que la respuesta a dicha cuestión es que la elección de las variables está sujeta a la información disponible y el geógrafo debe adaptarla y adaptarse de la mejor forma posible a esta situación, descartando aquellos datos que no sean relevantes y buscando entre las cifras publicadas aquellas que encajen mejor con la finalidad programada para su proyecto.
- **Consenso:** Probablemente la capacidad de llegar a un punto intermedio de equilibrio entre los criterios anteriores sea la garantía más eficaz para asegurar el mejor análisis posible. Aunque debe tenerse en cuenta que la selección de las variables, al igual que pasa con muchos otros aspectos en cartografía, no puede aspirar a más que a pertenecer al honroso campo de los subóptimos, las condiciones y limitaciones de tiempo, espacio y recursos obligan a la toma de decisiones que, aun justificadas, pueden no satisfacer todas las expectativas.

Se expone a continuación un listado de variables cuya representación cartográfica se considera oportuna en relación con cada uno de los ámbitos temáticos que conforman la Geografía de la Población. La mayoría de los indicadores seleccionados son de uso generalmente aceptado por lo que el discurso no se detendrá más que en una breve descripción de los mismos considerando innecesaria una explicación detallada, aunque si es imprescindible que aparezcan los términos expresados correctamente. Cabe mencionar que, sin embargo, en el listado que ahora se presenta aparecen variables cuya utilización no es tan habitual debido a diversas causas: por la complejidad de su cálculo, la dificultad de interpretación por parte de usuarios finales sin formación cartográfica o su empleo como

variable sistematizada por parte de los organismos estadísticos competentes es de reciente aparición entre otros. En el caso de indicadores con dichas características la explicación se realizará con un mayor grado de profundidad, buscando la claridad expositiva que permita su comprensión. Cabe añadir que, a no ser que se especifique lo contrario la formulación y definición de las variables refiere a la empleada en el Atlas Nacional de España (Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008) que están basadas en el glosario del Instituto Nacional de Estadística [www.ine.es] y que han sido revisadas por personal del mismo.

3.2.1.2.1. Variables relacionadas con la distribución de la población:

El estudio de la distribución espacial de la población y del poblamiento, es el primero de los temas estudiados y analizados desde la geografía entendiendo la población como uno de los factores vertebradores del territorio. Es por esto que los indicadores que se engloban en este marco han adquirido en ocasiones un elevado desarrollo, tal es el caso de los potenciales de población, que ha permitido la interpretación de las distribuciones demográficas no solo en base a ellas mismas en cada uno de los asentamientos sino que ha añadido la complejidad que aparece en la realidad al relacionarlos con las entidades que los circundan.

Aun así la cartografía de la distribución demográfica requiere de algunos de los datos e indicadores más sencillos: los datos absolutos, las cifras totales de gente que vive en cada entidad administrativa, cuya traslación a un mapa que caiga bajo la mirada de ojos expertos puede encontrar tendencias y patrones que ningún análisis estadístico sería capaz de interpretar.

Tres subgrupos han sido realizados respecto a la misma: distribución real, potencial y el último apartado, que presenta el estudio diacrónico.

3.2.1.2.1.1 Distribución real

La cartografía de la distribución demográfica tiene dos indicadores básicos: la representación de la población total y de la densidad de población, ambas permiten una aproximación muy real a la situación, especialmente la primera, dado que admite una representación de valores absolutos, siendo en definitiva una variable directa que facilita una primera impresión adecuada del escenario a describir.

Existen otros indicadores que reflejan la distribución como es el peso demográfico, que ayuda a calibrar la importancia que cada entidad tiene en el contexto general, pudiendo percibir desequilibrios territoriales motivados por causas diversas, aunque principalmente económicas u organizativas.

- **Población total:** Se entiende por población total el número de habitantes residentes en una entidad administrativa en una fecha concreta. Este concepto puede tener dos visiones diferentes: la población de hecho y la de derecho, aunque lo cierto es que la primera está siendo progresivamente sustituida en algunos

países por otra serie de indicadores. Los recuentos demográficos incluyen tanto las personas que tenían fijada su residencia en el territorio nacional, como las que se encontraban circunstancialmente en el mismo en la fecha de referencia.

Las personas que tenían su residencia en España constituyen la **población de derecho**. Las que en la fecha censal se encontraban en el territorio español forman la **población de hecho** [www.ine.es].

Con el fin de hacer comparables las cifras españolas de población total con las de otros países, y de acuerdo con las recomendaciones internacionales, en la población de derecho se incluyen [www.ine.es]:

- El personal diplomático y otros funcionarios españoles y sus familiares, con destino oficial en el extranjero.
- El personal español de la marina mercante, de los barcos de pesca y de la navegación aérea que se encontraba fuera del territorio español en la fecha de referencia.
- Los extranjeros residentes en España, aunque temporalmente estuvieran en el extranjero.
- Los españoles residentes en España que estaban trabajando temporalmente en el extranjero.

Del mismo modo, se incluyen en la población de hecho [www.ine.es]:

- El personal diplomático y otros funcionarios de países extranjeros con destino oficial en España.
 - Las personas que se encuentren en barcos fondeados en aguas jurisdiccionales españolas.
 - Los españoles o extranjeros que, sin ser residentes en España, estaban circunstancialmente en territorio español en el momento censal.
- **Densidad de población:** Relación entre las personas que, en una fecha concreta, vivían en una entidad administrativa y la superficie de la misma medida en kilómetros cuadrados.
 - **Peso demográfico:** Porcentaje que la población de cada región supone respecto al total nacional.

3.2.1.2.1.2 Distribución del potencial de población

Un solo indicador ha sido incluido en este apartado: los potenciales de población (Calvo Palacios, 1990b, 1990a; Calvo Palacios *et al.*, 1992b; Calvo Palacios, 1992); su capacidad de análisis del territorio le confiere la necesidad de un tratamiento diferenciado debido a que su concepción compleja requiere de una explicación más en profundidad. La decisión final de

circunscribirlo en el ámbito de la distribución demográfica se debe a que parte de los componentes utilizados para su cálculo corresponden con las cifras totales de población que posee cada entidad administrativa, es decir la forma en la que se reparten los efectivos. La matización se fundamenta en que no solo **se tiene en cuenta la población residente** en el asentamiento al que se refiere sino a todos los que tienen influencia sobre el mismo, ponderándolos en base a los otros dos elementos que completan la función. Por una parte **se relaciona de forma directa respecto al peso poblacional** del resto de asentamientos, es decir a la masa de los mismos y por otra parte se **pondera indirectamente respecto a la distancia** que los separa, concebida como un obstáculo para los desplazamientos debido a que impone una serie de resistencias que limitan la movilidad de los factores productivos y de la población. Estos costes no se plasman de forma homogénea, sino que obedecen a toda una serie de variables externas a la propia concepción de la distancia.

Como se afirma, la base de este indicador se halla en la distribución de la población sobre el territorio pero conviene mencionar la capacidad de predicción que los potenciales demográficos tienen sobre la funcionalidad de un territorio, siendo posible que el lector final de la cartografía de potenciales intuya la vinculación entre unas y otras entidades administrativas.

La incorporación de este indicador hace más de dos décadas al estudio de la población y sus repercusiones territoriales se justifica por su sencillez y rigor predictivo. Por otra parte debe señalarse que enraíza con una de las tendencias científicas que más se ha desarrollado en las últimas décadas: la transposición de formulaciones de unas ramas del saber a otras, fundamentalmente en respecto a la elaboración de modelos, donde se mantienen los esquemas de razonamiento básicos sustituyendo las variables. Este el caso de los estudios gravitatorios, que parten de la relación newtoniana de la atracción universal de los cuerpos y se concretan en el indicador de potenciales de población.

En estos modelos el sistema territorial se considera como un todo, las relaciones interregionales e intrarregionales se conciben como interacciones entre masas. Por otra parte, los principios generales gobiernan la frecuencia e intensidad de tales interacciones por lo que condicionan el comportamiento de las unidades de masa.

El sistema es bastante lógico ya que la presión sobre el territorio la realiza en primer lugar la propia población residente, pero también depende de las posibilidades de acceso que el resto de los ciudadanos tenga a ella, y ésta es consecuencia de la mayor o menor distancia a la que se encuentre respecto de los núcleos de población, aunque, el sentido de proximidad o lejanía tiene carácter variable en cada época y problema, y justifica el empleo de correctores específicos de ajuste. Lo que es obvio es que una unidad de bosque se verá mucho más frecuentada si se encuentra a las puertas de una gran ciudad que en el centro de un espacio vacío de población.

- **Potencial de población:** Corresponde con el sumatorio de la fórmula expuesta a continuación, permite el análisis de la influencia ejercida por un asentamiento sobre cualquier otro situado en el territorio circundante de manera directamente proporcional a su población e inversamente proporcional a la distancia que los separa.

$$POT_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{P_j}{d_{ij}^2} \right) + P_i$$

POT_i es el potencial poblacional acumulado en la célula i

P_j son los habitantes censados en cada una de las restantes células contables del sistema y P_i los de la propia célula i

d_{ij} es la distancia kilométrica entre cada par de células i y j .

La explicación gráfica del cálculo del potencial de población se muestra a continuación (Vid. Figura 3-2, Figura 3-3, Figura 3-4, Figura 3-5, Figura 3-6, Figura 3-7 y Figura 3-8)

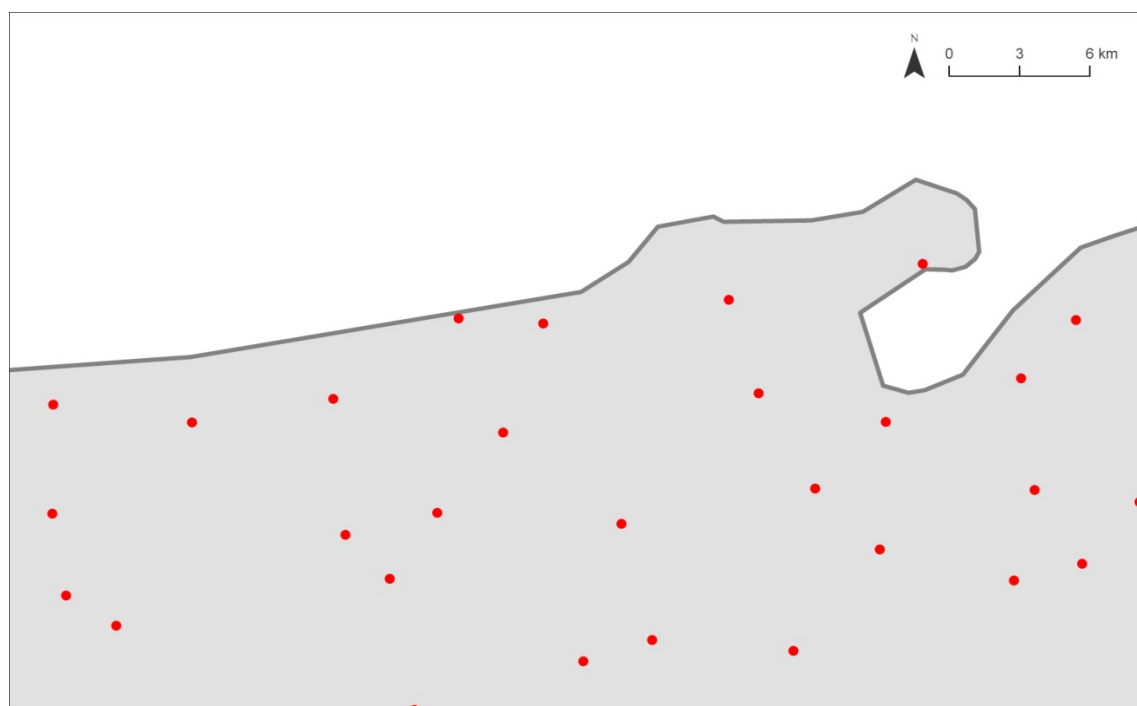


Figura 3-2: Cálculo de los potenciales de población 1 Elaboración propia.

La capa de origen representa puntualmente las cabeceras municipales, cada una de las cuales contiene la información del total de habitantes de la entidad. Nótese que la capa superficial se ha incluido tan solo a modo de contextualización.

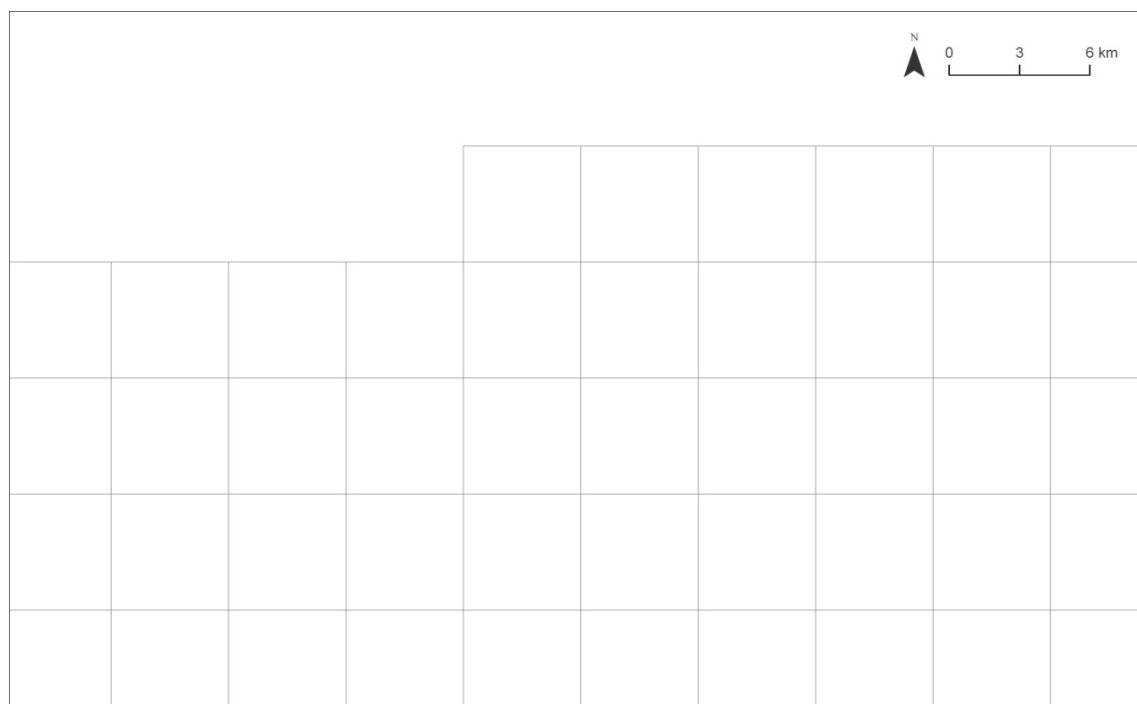


Figura 3-3: Cálculo de los potenciales de población 2. Elaboración propia.
 La segunda capa necesaria es una rejilla ráster, en este caso de cinco por cinco kilómetros cuadrados, que coincida geográficamente con la capa anterior.

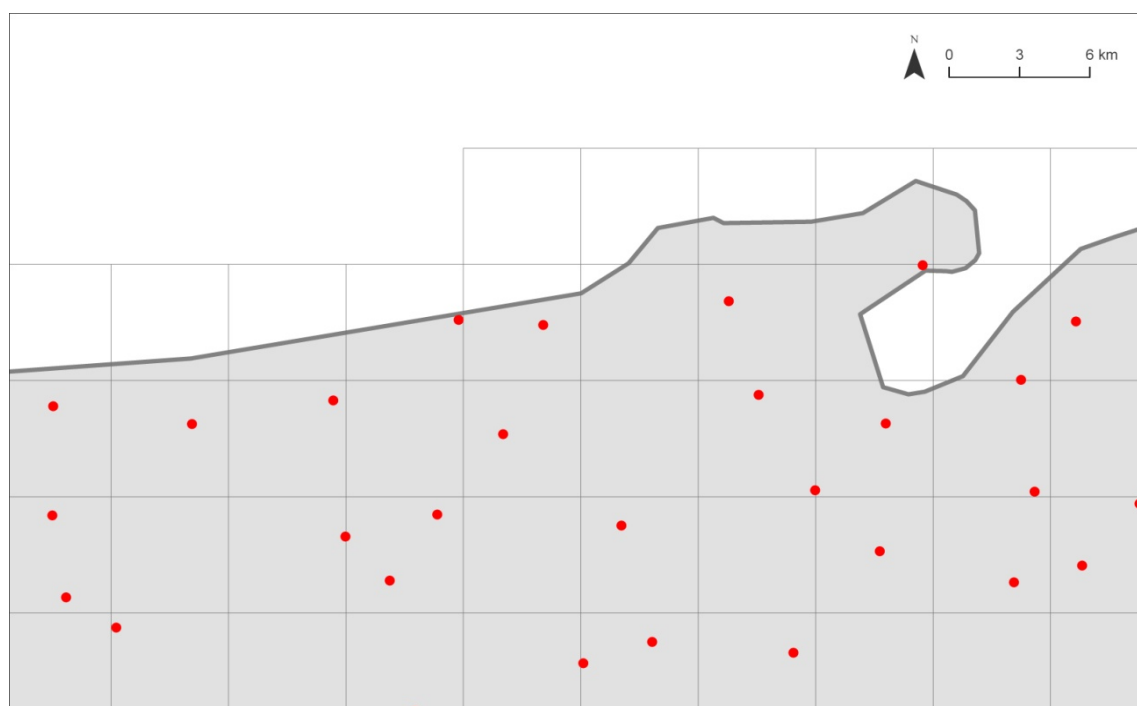


Figura 3-4: Cálculo de los potenciales de población 3. Elaboración propia.
 El siguiente paso consiste en superponer ambas capas: la que contiene los elementos puntuales con la información demográfica y la cuadrícula ráster.

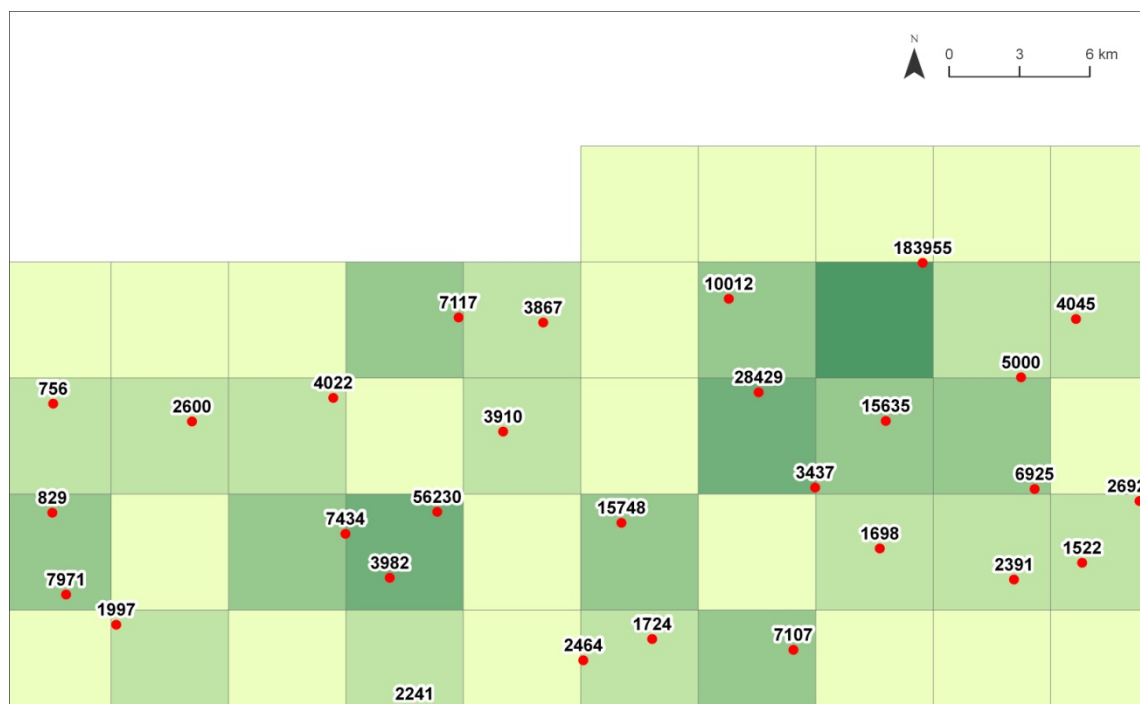


Figura 3-5: Cálculo de los potenciales de población 4. Elaboración propia.
A continuación se transfiere la información demográfica desde la capa puntual a la cuadrícula raster.

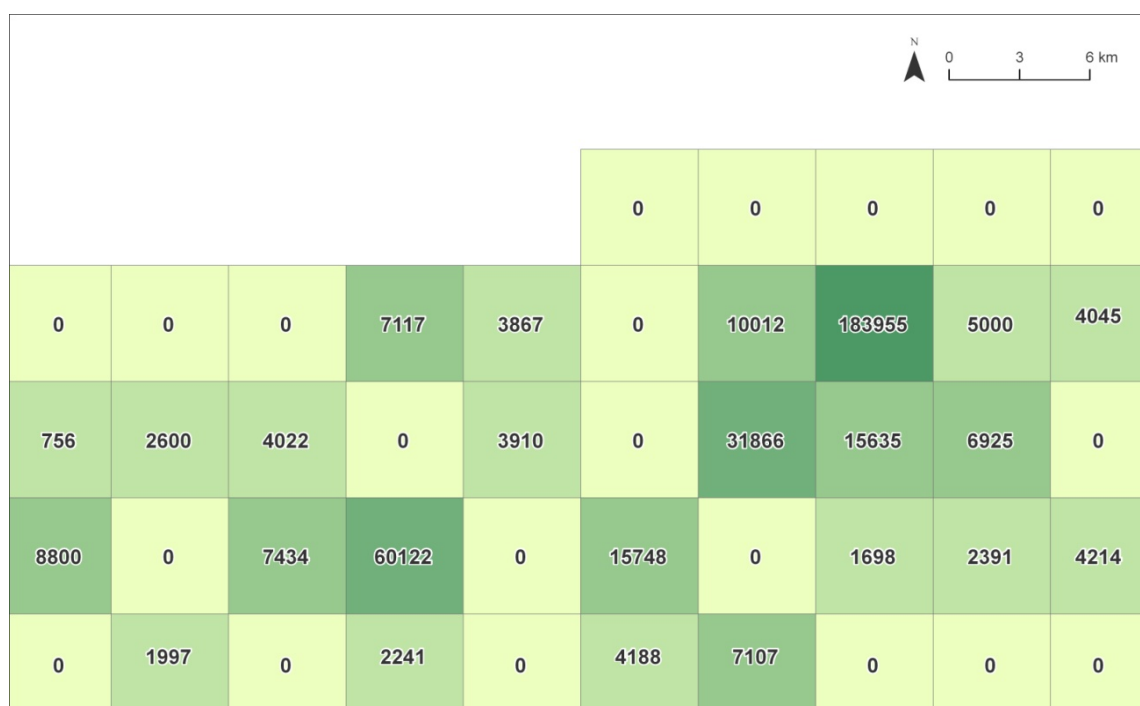


Figura 3-6: Cálculo de los potenciales de población 5. Elaboración propia.
Cada una de las celdas asume la cifra total de población de los municipios que se encuentran dentro de la misma, independientemente de que sea uno solo o varios, en cuyo caso se aplica la suma de todos ellos. La figura muestra ahora el valor otorgado a cada celda.

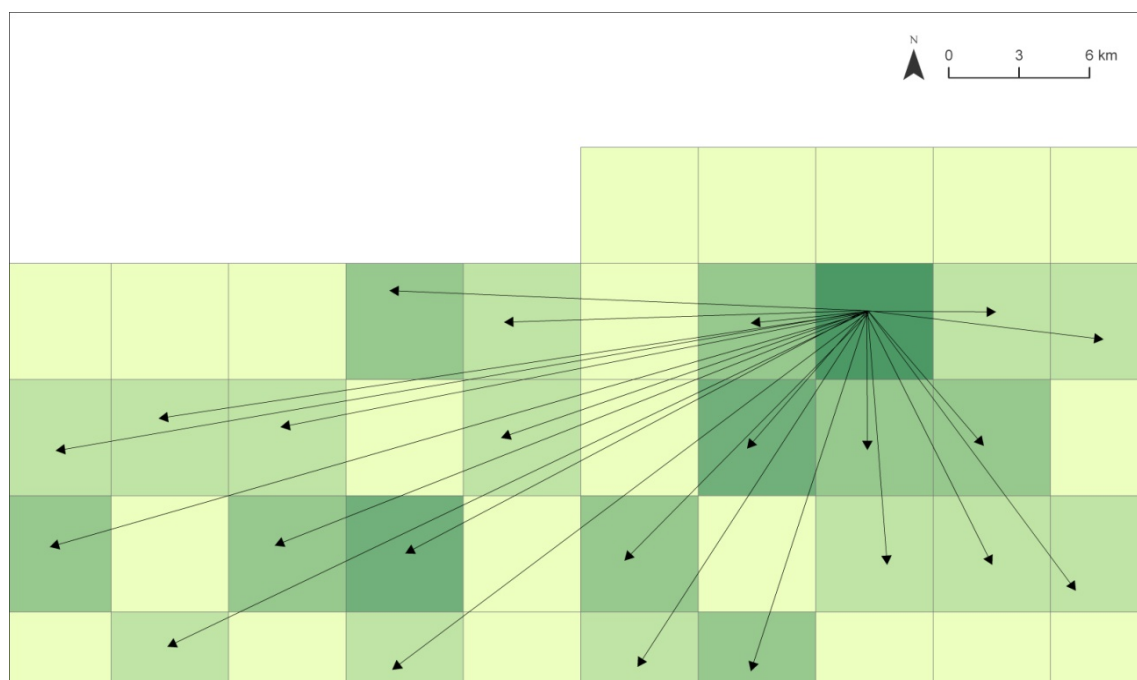


Figura 3-7: Cálculo de los potenciales de población 6. Elaboración propia.

El siguiente paso consiste en aplicar la fórmula de los Potenciales de Población, de manera que para cada célula (en el caso concreto de la figura la que se caracteriza con un tono verde más oscuro) a su propio valor de población (183.995 habitantes) se le suma cada uno de los valores del resto de celdas ponderados inversamente por la distancia que los separa.

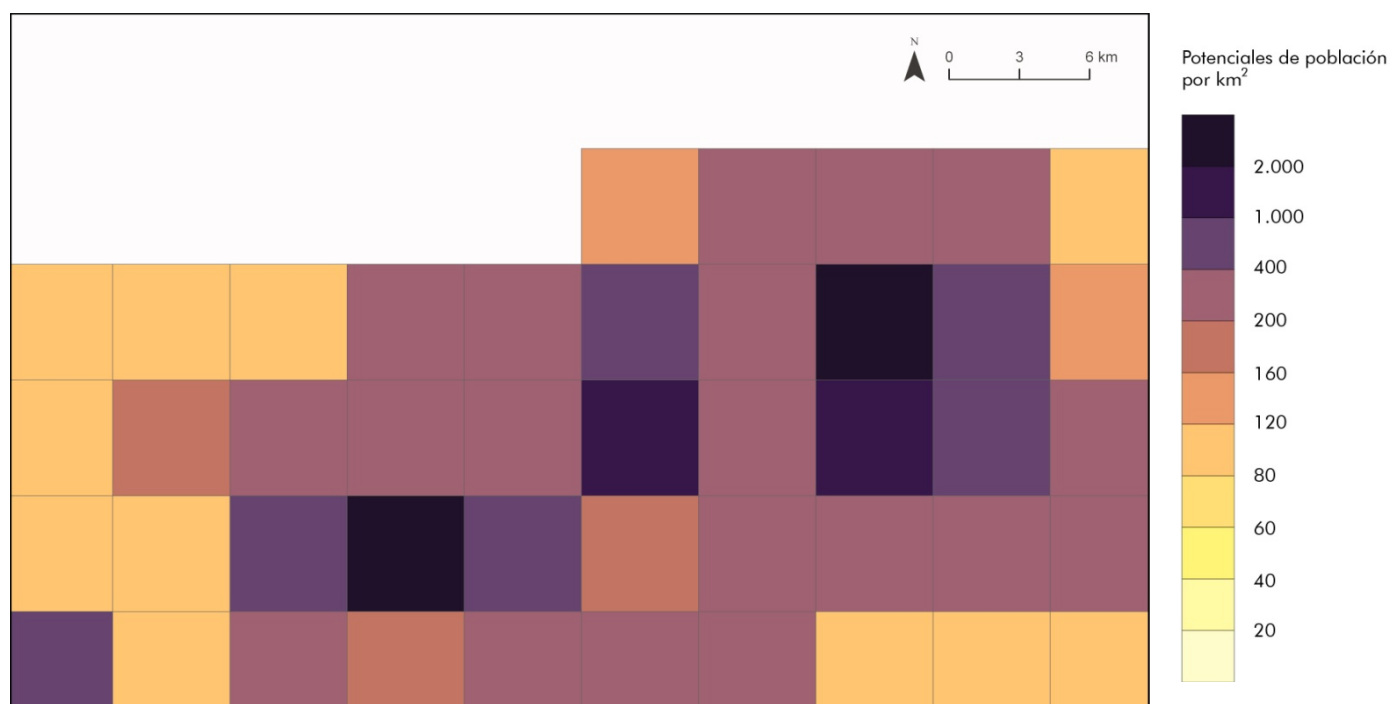


Figura 3-8: Cálculo de los potenciales de población 7. Elaboración propia.

El resultado es el mostrado en esta figura, de manera que para cada célula contable se tiene en cuenta no solo su población si no también el potencial inferido desde el resto de las entidades que forman el conjunto.

3.2.1.2.1.3 Evolución de la distribución demográfica:

El análisis de la distribución de la población en los términos en los que se ha expresado anteriormente puede completarse con el cartografiado de las variaciones, ya sean absolutas o relativas, de esos mismos indicadores de forma que la evolución se convierte en una variable real por si misma que sugiere la necesidad de buscar los factores que determinan los cambios y las distribuciones presentes y futuras. Trasladar a un mapa variables dinámicas requiere un tratamiento cuidadoso, procurando no comparar nunca periodos de tiempo de diferente longitud sin que la tasa de variación lo tenga en cuenta ya que da lugar a equívocos e interpretaciones erróneas.

- **Variaciones de población absolutas:** Es la diferencia medida en cifras absolutas entre la población residente en una entidad en el año final del periodo considerado y la residente en el año inicial.
- **Variaciones de población relativas:** Es la diferencia medida en porcentaje entre la población residente en una entidad en el año final del periodo considerado y la residente en el año inicial.
- **Variación anual acumulativa porcentual:** Se ha calculado a partir de la siguiente fórmula para permitir las comparaciones cuando los mapas abarcan periodos de amplitudes temporales diferentes.

$$VAAP = \left(\sqrt[n]{\frac{P^{t_2}}{P^{t_1}}} - 1 \right) * 100$$

P^{t_1} es la población en el año inicial t_1 del periodo

P^{t_2} es la población en el año final t_2 del periodo

n = Número total de años del periodo considerado

- **Variaciones de densidad de población:** Es la diferencia entre la densidad de población existente en los años inicial y final del periodo considerado.
- **Variaciones de potenciales de población:** Es la diferencia ponderada entre potenciales de población de los años inicial y final del periodo considerado.

$$VarPot_{T_1-T_2} = \left[\left(\frac{Pot_{T_2}}{\sum_j^n Pot_{T_2}} \right) \times 10^6 \right] - \left[\left(\frac{Pot_{T_1}}{\sum_j^n Pot_{T_1}} \right) \times 10^6 \right]$$

$VarPot_{T1-T2_i}$ es la variación ponderada de potencial de población en partes por millón en la célula i para un periodo temporal comprendido entre $T1$ y $T2$

Pot_{T_i} es el potencial de la célula i en el periodo T

$\sum_j^n Pot_T$ es el potencial total de España en el periodo T

3.2.1.2.2. Variables relacionadas con la estructura de la población

Diversos autores apuestan por distintos componentes de la estructura demográfica, sin embargo algunos de ellos son comunes en la bibliografía, como sucede con la estructura por sexo, edad y puesto de trabajo. Otras opciones también comentadas son los niveles educativos y las características socioeconómicas pero para a su visualización cartográfica se ha preferido analizarlas en apartados sucesivos. La estructura de población es uno de los ámbitos tradicionales de estudio en *Geodemografía* por lo que la mayoría de indicadores utilizados están ampliamente extendidos y no requieren de explicaciones en profundidad.

3.2.1.2.2.1 Estructura por sexo:

- **Cifras totales:** En el apartado anterior las cifras totales hacían referencia a los valores absolutos de población, en este caso refieren a los totales de hombres y de mujeres por separado. Estas cifras no son indicadores pero si variables reales susceptibles de ser cartografiadas.
- **Tasa de feminidad:** Es la proporción entre el número de mujeres censadas en una entidad administrativa y su población total residente.
- **Tasa de masculinidad:** Es la proporción entre el número de hombres censados en una entidad administrativa y su población total residente. Resulta obvio que esta tasa es complementaria de la anterior por lo que la inclusión de una debería invalidar la de la otra.
- **Índice de masculinidad/feminidad por edades:** Es la proporción entre el número de hombres/mujeres censados en una cohorte de edad determinada en una entidad administrativa y la población total de esa misma cohorte.

3.2.1.2.2.2 Estructura por edad:

- **Cifras totales de población según grupos de edad:** De la misma forma que la población total residente en una entidad administrativa medida en valores absolutos es una variable real cartografiable, se pueden utilizar las magnitudes absolutas correspondientes a diferentes grupos de edad que se consideren explicativos para el análisis demográfico. Normalmente estas cohortes de edades

significativas corresponden con la población menor de 15 años y la de 65 años y más, lo que coincide con lo que hasta 1990 era la entrada y salida de la edad activa. Esta situación ya no es estrictamente la misma puesto que la Ley 1/1990 de 3 de Octubre de ese mismo año publicada en el B.O.E. de 4 de Octubre ampliaba la educación básica llevándola hasta los dieciséis años, edad mínima legal de incorporación al trabajo, por lo que el rango inferior perdía su significado. Sin embargo los indicadores e índices relacionados con esta cifra se han mantenido debido a su uso generalizado, de manera que se puedan seguir efectuando análisis comparativos.

En la actualidad, aun asumiendo la citada edad legal de entrada al mundo laboral, lo cierto es que esta situación se ha ido retrasando en el tiempo, en parte debido a la mayor facilidad de entrada en el ámbito universitario existente en este momento, por lo que se plantean nuevos grupos de significación como es la población menor de 25 años.

- **Tasa de juventud:** Es el porcentaje de población residente menor de 15 años respecto al total de la población residente.
- **Tasa de juventud corregida:** Es el porcentaje de población residente menor de 25 años respecto al total de la población residente. Esta tasa es de reciente utilización siendo adoptada por las causas citadas previamente.
- **Tasa de envejecimiento:** Es el porcentaje de población residente de 65 años y más respecto al total de la población residente.
- **Índice de envejecimiento o Índice Veyret-Vernet:** Es la proporción de población de 65 años y más respecto a la población de menos de 15. Indica el número de ancianos que hay por cada niño.
- **Índice de dependencia:** Es la proporción entre la suma de la población menor de 15 años y la de 65 años y más respecto a la población entre 15 y 64 años. Indica el número de personas en edad no activa por cada una en edad activa.
- **Indicador de dependencia juvenil:** Es la proporción de población de menos de 20 años respecto a la población de 20 a 59 años residente en el territorio.
- **Indicador de dependencia senil:** Es la proporción de población mayor de 59 años respecto a la población de 20 a 59 años residente en el territorio.
- **Indicador de reemplazamiento de la población potencialmente activa:** Es el cociente de la población de 55 a 59 años entre la de 20 a 24 años residentes en el territorio.

Lo esencial de las tasas e índices es que el lector sepa lo que se quiere decir y obre en consecuencia. Ambos podrían desglosarse por cohortes para estudios más detallados pero se perdería la visión general que va asociada a las conclusiones que la cartografía permite. Las mismas consideraciones podrían aplicarse a la estructura económico-laboral.

3.2.1.2.2.3 Estructura económico-laboral

- **Tasa de actividad:** Se define como el porcentaje de población activa respecto a la población de 20 a 59 años. Un individuo está económicamente activo si está ocupado o parado; ocupadas son todas aquellas personas de 16 o más años que tienen un trabajo por cuenta ajena o que ejercen una actividad por cuenta propia. También se incluyen como individuos activos los parados y se consideran como tales todas aquellas personas de 16 años o más que, aunque se encuentren sin trabajo, lo están buscando.
- **Tasa de ocupación:** Es el porcentaje de ocupados respecto al total de población activa entre 20 y 59 años de cada entidad administrativa. Se entiende por ocupadas todas aquellas personas de 16 o más años que tienen un trabajo por cuenta ajena o que ejercen una actividad por cuenta propia.
- **Tasa de paro:** Es el porcentaje de población parada respecto al total de población activa comprendida entre los 20 y los 59 años, entendiendo por parado aquella persona de 16 años o más que están simultáneamente sin trabajo, es decir que no tienen un empleo por cuenta ajena o por cuenta propia; en busca de trabajo, lo que implica que han tomado medidas concretas para buscar un empleo por cuenta ajena o que han hecho las gestiones necesarias para establecerse por su cuenta y disponibles para trabajar.
- **Peso del sector económico:** Es el porcentaje de población ocupada en cada sector respecto al total de ocupados de una entidad administrativa.
- **Predominio del empleo por sectores económicos:** Hace referencia a la rama de actividad con mayor número de ocupados respecto al total de población ocupada en una entidad administrativa.

3.2.1.2.3. Variables relacionadas con los movimientos naturales de la población

El estudio de la dinámica de la población constituye uno de los aspectos más relevantes y esenciales del análisis tanto demográfico como geodemográfico (Reques, 2006). Ha tenido una trayectoria larga lo que ha derivado en la adaptación de una serie de indicadores bien definidos y de elevada aceptación en el ámbito tanto investigador como gubernamental entre los cuales se ha seleccionado los más significativos para su posterior cartografía.

- **Cifras totales:** Número de nacidos vivos, de personas fallecidas, de mujeres en edad de reproducción, de matrimonios realizados... En apartados anteriores era importante considerar algunas cifras absolutas y la misma situación es aplicable al movimiento natural de la población, las tasas e índices son importantes pero no conviene perder de vista los valores absolutos, que en ocasiones son los que hacen que la cartografía reproduzca la realidad territorial.
- **Tasa bruta de natalidad:** Es el total de nacidos vivos en un año determinado por cada mil habitantes.

$$TBN^t = \frac{N^t}{P^t} 1000$$

N^t = Nacimientos durante el año t.

P^t = Población total a mitad del año t.

- **Esperanza de vida al nacer:** Corresponde con el número medio de años de vida futura para los nacidos en el periodo correspondiente, bajo el supuesto de que los años vividos por todos ellos se reparten igual entre los mismos.

$$e_0 = \frac{1}{2} + \frac{1}{l_0} \sum_{i=1}^{\infty} l_i$$

l_i = Número de individuos que alcanzan la edad exacta i , de entre l_0 de partida de la tabla de mortalidad.

- **Tasa bruta de mortalidad:** Total de defunciones en un año determinado por cada mil habitantes.

$$TBM^t = \frac{D^t}{P^t} 1000$$

D^t = Defunciones durante el año t.

P^t = Población total a mitad del año t.

- **Tasa de crecimiento natural o vegetativo:** Corresponde a la diferencia entre el número de nacimientos y el de defunciones, en un año determinado, por cada mil habitantes.

$$SV^t = \frac{(N^t - D^t)}{P^t} 1000$$

N^t = Nacimientos durante el año t .

D^t = Defunciones durante el año t .

P^t = Población total a mitad del año t .

- **Edad media:** Es la media de edades de la población entendida como el intervalo de tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta la fecha censal.
- **Tasa bruta de nupcialidad:** Total de matrimonios producidos en un año determinado por cada mil habitantes.

$$TBNP^t = \frac{M^t}{P^t} 1000$$

M^t = Matrimonios durante el año t .

P^t = Población total a mitad del año t .

- **Edad media al matrimonio:** Media de las edades a las que las mujeres contraen matrimonio, ponderadas por las correspondientes tasas de nupcialidad por edad.

$$EMM^t = \frac{\sum_{x=15}^{60} (x + 0,5) \cdot f_x^t}{\sum f_x^t}$$

siendo la tasa de nupcialidad a la edad x :

$$f_x^t = \frac{M_x^t}{P_x^t}$$

M_x^t = Matrimonios de mujeres con x años en el año t .

P_x^t = Población de mujeres con x años en el año t .

- **Estado civil:** Clasificación de la situación de derecho o situación legal, que no tiene por qué coincidir con la de hecho (personas en trámites de separación o divorcio). Puede adquirir los siguientes valores: soltero, casado, viudo, separado, divorciado.
- **Mujeres en edad de reproducción:** Porcentaje de mujeres en edades comprendidas entre 15 y 49 años respecto al total de población femenina.

$$MER^t = \frac{\sum M^t_{(e=15+...+49)}}{M^t_{(e=n)}} 100$$

$M^t_{(e=15-49)}$ = Mujeres con edades entre los 15 y los 49 años en el año t .

$M^t_{(e=n)}$ = Total de mujeres en el año t .

- **Tasa de fecundidad:** Entendida como el total de nacimientos en un año determinado, por 100 mujeres en edad fértil, que considera entre los 15 y los 49 años.

$$TGF^t = \frac{N^t}{M^t} 1000$$

N^t = Nacimientos durante el año t .

M^t = Población de Mujeres de 15 a 49 años a mitad del año t .

- **Tasa de mortalidad infantil:** Número de fallecidos menores de un año por cada mil nacidos vivos en ese mismo año.

$$TMI^t = \frac{D_0^t}{N^t} 1000$$

D_0^t = Defunciones de menores de 1 año, en el año t .

N^t = Total de nacidos vivos en el año t .

- **Edad media a la maternidad:** Media de las edades a las que las mujeres tienen los hijos, ponderadas con las tasas de fecundidad por edad.

$$EM^t = \frac{\sum_{x=15}^{49} (x + 0,5) \cdot f_x^t}{ICF^t}$$

f_x^t = Tasa de fecundidad

ICF^t = Indicador coyuntural de fecundidad

- **Número de hijos por mujer:** Suma de las tasas de fecundidad por edad de la madre, extendida a todas las edades fértiles. La cifra provisional del número de hijos por mujer, se calcula con el total de nacimientos provisional y con las tasas de fecundidad por edad de la madre del último año definitivo disponible.

$$ICF^t = \sum_{x=15}^{49} f_x^t$$

Siendo la tasa de fecundidad a la edad x

$$f_x^t = \frac{N_x^t}{P_x^t}$$

N_x^t = Nacidos de madre de edad x durante el año t .

P_x^t = Población femenina de x años a mitad del año t .

- **Hijos de madres no casadas:** Niños nacidos vivos de mujeres de estado civil soltera, divorciada o viuda en relación al total de nacimientos.

3.2.1.2.4. Variables relacionadas con los movimientos migratorios de la población

Los movimientos migratorios contribuyen a la evolución de la población, es por esto que la cartografía de las variables capaces de expresar los mismos a través de magnitudes numéricas resulta de vital importancia; la medida de la intensidad y la composición de los flujos constituyen algunos de los aspectos principales. La migración es un fenómeno variable debido principalmente a que no tiene raíces biológicas como sucede en los movimientos naturales, sino socioeconómicos por lo que su variabilidad y posibilidad de estudio son mucho más reducidas. En realidad solo se puede hablar de migraciones respecto a un sistema particular de recogida de información de lo que derivan los problemas de comparabilidad entre áreas y tiempos diferentes (Livi-Bacci, 1993).

- **Tasa de Emigración Interior:** Porcentaje de emigrantes nacionales respecto al total de la población residente en una entidad administrativa.
- **Tasa de Inmigración Interior:** Porcentaje de inmigrantes nacionales respecto al total de la población residente en una entidad administrativa.
- **Saldo Migratorio Interior:** Es la diferencia entre las tasas de Emigración e Inmigración Interior, en definitiva entre el número de inmigrantes y emigrantes, ambos nacionales, en una fecha concreta por cada 100 habitantes.
- **Población extranjera:** Es el porcentaje de población extranjera residente en una entidad administrativa respecto al total de población residente en la misma. Puede profundizarse en este aspecto detallando aspectos como el continente o el país de procedencia.
- **Tasa de Autoctonía:** Es el porcentaje de población que nació en la misma entidad administrativa en la que reside.
- **Cifras totales:** En relación con los movimientos migratorios las cifras absolutas corresponden a variables reales tales como la cantidad total de población desplazada, de población residente en un país dependiendo de su nacionalidad, población de un país distribuida por otras naciones...

3.2.1.2.5. Variables relacionadas con la dinámica funcional de la población:

Los indicadores tradicionales no sirven para cartografiar los usos fragmentados de un territorio con dinámicas que superan los límites administrativos hecho que propició la introducción por parte del INE en el censo de población de 2001 del concepto de **población vinculada** con el objetivo de aproximarse a la población que verdaderamente hace uso de un territorio a partir de su movilidad habitual (Alberich González, 2006). Constituye una

importante mejora en los medios para el estudio de la funcionalidad espacial de la población y sus implicaciones territoriales ya que, además de la adscripción residencial, considera otros vínculos territoriales como son las actividades laborales, de estudios y de segunda residencia (Vinuesa Angulo, 2005).

El Instituto Nacional de Estadística español reemplazó el concepto, más utilizado hasta entonces, de población de hecho por la población vinculada ya que ésta permite estimar la carga real que soporta cada unidad administrativa, todas las personas que son usuarias de alguna manera de un lugar, tanto residentes como aquellas no residentes que trabajan, estudiantes, o gente que posee una segunda residencia (Vinuesa Angulo, 2005; Módenes Cabrerizo, 2007).

Con todo, la representación cartográfica de los indicadores de población vinculada nos va a permitir (Alberich González, 2006; Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2007):

- Determinar la influencia directa de la movilidad espacial efectiva y potencial en los comportamientos geodemográficos en el medio rural y urbano.
- Obtener una percepción diferente del análisis regional a partir de las cuencas de vida de la población que marcan su vinculación por motivos residenciales, de ocio o laborales.
- Analizar las diferencias de peso entre asentamientos atendiendo a su población vinculada y la evolución en su tasa de crecimiento.

La cartografía de las tasas de vinculación puede ayudar a reconocer la verdadera extensión del fenómeno urbano, adecuándose a su nueva escala, de tal manera que los procesos de planificación sean más eficientes y rigurosos al incorporar un espacio rural, a veces alejado, más orientado hacia los principios que propone la gobernanza (Feria Toribio, 2004; Romero González y Farinós i Dasi, 2006) superando muchos de los corsés administrativos y legislativos que están creando los límites de los regionalismos y nacionalismos.

Los indicadores que reflejan esta información son los siguientes:

- **Tasa de vinculación o Población vinculada:** Corresponde con el número de personas que estando censadas en un estado tiene algún tipo de relación habitual con una entidad administrativa perteneciente al mismo, ya sea porque residen, trabajan o estudian en ella o porque pasan ciertos periodos de tiempo como veraneos, puentes, fines de semana... Se puede calcular como el porcentaje de la suma de la población vinculada por razones de trabajo, estudio o segunda residencia más la población residente en cada entidad respecto al total de la población que reside en dicha entidad.

$$PV = \frac{PVT + PVE + PVR + PR}{PR} 100$$

PVT = Población vinculada por razones de trabajo

PVE = Población vinculada por razones de estudios

PVR = Población vinculada por posesión de segunda residencia

PR = Población residente

- **Población vinculada que reside y trabaja:** Es el porcentaje de población que reside y trabaja en una entidad administrativa respecto al total de población vinculada al mismo.

$$PVRT = \frac{PVRT}{PV} 100$$

PVRT = Población vinculada por razones de trabajo y residencia simultáneamente

PV = Población vinculada por cualquier motivo

- **Población vinculada que trabaja:** Es el porcentaje de población que trabaja en una entidad administrativa con independencia de si reside o no en la misma, respecto a la población que reside y trabaja simultáneamente en dicha entidad.

$$PVT = \frac{PVT}{PVRT} 100$$

PVT = Población vinculada por razones de trabajo

PVRT = Población vinculada por razones de trabajo y residencia simultáneamente

- **Población vinculada que posee una segunda vivienda:** Refiere al porcentaje de población vinculada a una entidad debido a que posee una segunda residencia respecto al total de población que reside en dicha entidad.

$$PVR = \frac{PVR}{PR} 100$$

PVR = Población vinculada por posesión de segunda residencia

PR = Población residente

Otra de las variables que se incluyen en el listado de indicadores demográficos cartografiables en el marco de la funcionalidad es la **movilidad**; hoy en día es un eje central para comprender el análisis de la sociedad contemporánea puesto que la misma está favoreciendo la generación de un espacio-tiempo de geometría variable con espacios-túnel que pueden acercar los territorios más alejados e ignorar los más próximos (Hägerstrand, 1973; Gutierrez Puebla, 1985, 1998; Le Breton, 2004; Bavoux et al., 2005; Noin, 2005).

Las comunicaciones modernas no eliminan el espacio, están creando otro de nueva naturaleza y temporalidad, organizado por principios diferentes y con el apoyo de las tecnologías de la información y de la comunicación (Miralles-Guasch y Oliver-Frauca, 2008); lo que facilita, especialmente en ámbitos desarrollados, la separación cada vez más generalizada entre espacios de trabajo, estudio, ocio y residencia, con todas sus connotaciones sociológicas, funcionales y espaciales -que parcialmente ya fueron puestas de relieve por Le Corbusier en el primer tercio del siglo XX y por Castells, entre otros, en los inicios del XXI (Castells y Cardoso, 2006; Stalder, 2006).

Así, se están configurando nuevos espacios de vida bastante más alejados de los que durante muchos años han sido las unidades espaciales y vivenciales de referencia para los problemas geográficos; en el que los tiempos cortos, los ritmos cotidianos o muy frecuentes aseguran pacientemente la reproducción o creación de nuevos patrones sociales y espaciales (Noin, 2005; Módenes Cabrerizo, 2007). Esto supone el movimiento diario de más del 45% de la población activa de Francia, 50% en Alemania, Benelux o Gran Bretaña, o del 60% en Estados Unidos. *Una mayoría de los ciudadanos occidentales dedican más de media hora diaria a desplazarse por motivos laborales con distancias que oscilan entre los 10 y los 100 kilómetro* (Noin, 2005).

La cartografía de los indicadores expuestos a continuación permite el análisis de estos fenómenos cuya consideración de cara a un análisis demográfico completo resulta cada vez más imprescindible.

- **Tiempo de desplazamiento diario inferior a treinta minutos:** Hace referencia al porcentaje de población que emplea menos de 30 minutos en desplazarse a su trabajo o lugar de estudio respecto al total de población que estudia o trabaja en esa entidad administrativa.
- **Tiempo de desplazamiento diario superior a una hora:** Hace referencia al porcentaje de población que emplea más de una hora en desplazarse a su trabajo o lugar de estudio respecto al total de población que estudia o trabaja en esa entidad administrativa.

3.2.1.2.6. Variables relacionadas con la calidad de vida de la población

Dos grupos de indicadores hacen referencia a la calidad de vida: por una parte el **nivel educativo de la persona** y por otra su **condición económica**. No se trata de encorsetar el

concepto de calidad de vida reduciéndolo a función de tan solo dos aspectos; sin embargo tampoco hay que perder de vista que posee un elevado grado de subjetividad, por lo que no resulta fácil establecer variables objetivas que la represente. Por ello no debe infravalorarse la información que puedan aportar estos dos campos de trabajo, aunque debe tenerse en cuenta las limitaciones de acceso a la información desagregada.. Ya se ha mencionado que éste es uno de los temas que empiezan a preocupar puesto que la calidad de vida es un nuevo referente en las opciones de localización de la población, una vez que se superan las necesidades básicas de tipo económico, por lo que cabe esperar un desarrollo mayor en un futuro cercano, configurándose como una de las nuevas líneas de avance en la investigación cartográfica.

3.2.1.2.6.1 Nivel educativo

Los caracteres y niveles educativos de la población se relacionan con la composición profesional y ponen de manifiesto los niveles de vida, la situación social y económica y las condiciones culturales de la sociedad (Bolsi, 1993). Es por esto que los indicadores propios del nivel educativo han sido incluidos en este apartado y no en el correspondiente a estructura de la población que es su nicho tradicional.

Estos indicadores dependen directamente de los sistemas educativos existentes en cada estado. Si bien es cierto que el Plan Bolonia pretende homogeneizar dichos sistemas en lo que educación superior se refiere, hasta 2010 no será plenamente vigente y aun dirigiéndose en esa línea los últimos datos recogidos corresponden a los planes antiguos. Al igual que sucederá para la condición socioeconómica media se ha optado por adoptar el sistema utilizado por el Instituto Nacional de Estadística español en el Censo de Población y Vivienda realizado en 2001.

- **Nivel medio de estudios:** Es la suma de marcas de clase del nivel de estudios de las personas de 30 a 39 años dividido entre el total de personas de esas edades residentes en el territorio. La marca de clase es la semisuma de los extremos del intervalo y representa un valor central del mismo. Se considera que una persona ha alcanzado un determinado nivel de instrucción cuando ha terminado y aprobado todos los cursos de ese nivel y está en condiciones, por tanto, de obtener el título o diploma correspondiente. La correspondencia entre códigos y niveles de estudios es la siguiente:

- (1) Analfabetos: No sabe leer o escribir en ningún idioma
- (2) Sin estudios: Sabe leer y escribir pero fue menos de 5 años a la escuela
- (3) Primer grado: Fue a la escuela 5 años o más pero sin completar EGB, ESO o Bachiller Elemental
- (4) ESO, EGB, Bachillerato Elemental
- (5) Bachiller superior, BUP, Bachiller LOGSE, COU, PREU
- (6) FP grado medio, FPI, Oficialía industrial o equivalente

- (7) FP grado superior, FPII, Maestría industrial o equivalente
 - (8) Diplomatura, Arquitectura o Ingeniería Técnicas; 3 cursos aprobados de Licenciatura, Ingeniería o Arquitectura
 - (9) Licenciatura, Ingeniería, Licenciatura o equivalente
 - (10) Doctorado
- **Estudios pre-obligatorios:** Aplicado al ámbito español es el porcentaje de niños de 0 a 3 años que están escolarizados, es decir que reciben algún tipo de enseñanza en guarderías o escuela, respecto al total de niños de 0 a 3 años del territorio.
 - **Estudios post-obligatorios:** Aplicado al ámbito español es el porcentaje de personas de 16 a 25 años que está cursando estudios de Bachillerato, COU, Escuela Oficial de Idiomas, Enseñanzas Artísticas, FP, diplomatura, licenciatura, arquitectura, ingeniería, doctorado, postgrado o equivalentes, respecto a la población de ese grupo de edad residente en el territorio.

3.2.1.2.6.2 Condición socioeconómica

Sería ingenuo ignorar que la condición económica, los salarios percibidos, los ingresos y recursos de los que dispone una persona o una familia no condicionan la calidad de vida de la que disponen, de igual forma que sería demasiado presuntuoso afirmar que una condición económica desahogada es la única que puede conducir a niveles de bienestar elevados. No es posible eludir el alto grado de subjetividad que acompaña a la cartografía de las variables que hacen referencia a la condición socioeconómica pero pueden resultar de interés en una aproximación global a su comprensión.

- **Condición socioeconómica media:** La condición socioeconómica se obtiene combinando la información de las variables de ocupación, actividad y situación profesional conforme a como se viene haciendo en la Encuesta de Población Activa desde el año 1994. La condición socioeconómica media se calcula sumando los valores de las condiciones socioeconómicas de todos los residentes en el territorio y dividiéndola entre el número total de residentes:

Marcas de clase para el cálculo de la condición socioeconómica media:

- Menores de 16 años: 0
- Con 16 años o más:
 - Para los no ocupados, en función de su relación con la actividad:
 - Parados que han trabajado antes: 0'5
 - Parados buscando el primer empleo: 0
 - Jubilados: 1
 - Otros pensionistas: 0'5
 - Otros inactivos: 0
 - Sin dato: 1

- Para los ocupados, en función de la condición socioeconómica (CSE), como sigue:
 - Empresarios agrarios con asalariados: 2
 - Empresarios agrarios sin asalariados: 1'5
 - Miembros de cooperativas agrarias: 1'5
 - Directores y jefes de explotaciones agrarias : 2'5
 - Resto de trabajadores de explotaciones agrarias: 1
 - Profesionales, técnicos y asimilados que ejercen su actividad por cuenta propia, con o sin asalariados : 3
 - Empresarios no agrarios con asalariados: 3
 - Empresarios no agrarios sin asalariados: 2'5
 - Miembros de cooperativas no agrarias: 2
 - Directores y gerentes de establecimientos no agrarios, altos funcionarios de la administración pública, CCAA y corporaciones locales: 3
 - Profesionales, técnicos y asimilados que ejercen su actividad por cuenta ajena: 2'5
 - Profesionales en ocupaciones exclusivas de las Administraciones Públicas: 2'5
 - Resto del personal administrativo y comercial: 2
 - Resto del personal de los servicios: 1
 - Contra maestres y capataces de establecimientos no agrarios: 2
 - Operarios cualificados y especializados de establecimientos no agrarios: 2
 - Operarios sin especialización de establecimientos no agrarios: 1
 - Profesionales de las fuerzas armadas: 2
 - No clasificables por condición socioeconómica: 2
- **Número medio de vehículos por hogar:** Es el total de vehículos (coches o furgonetas) utilizados principalmente como medio de transporte personal dividido entre el número de hogares del territorio.
- **Disponibilidad de segunda vivienda por hogar:** Es el porcentaje de hogares que disponen de una segunda vivienda para su uso en vacaciones, fines de semana o por temporadas (aunque no la tengan en propiedad) respecto al total de hogares del territorio.

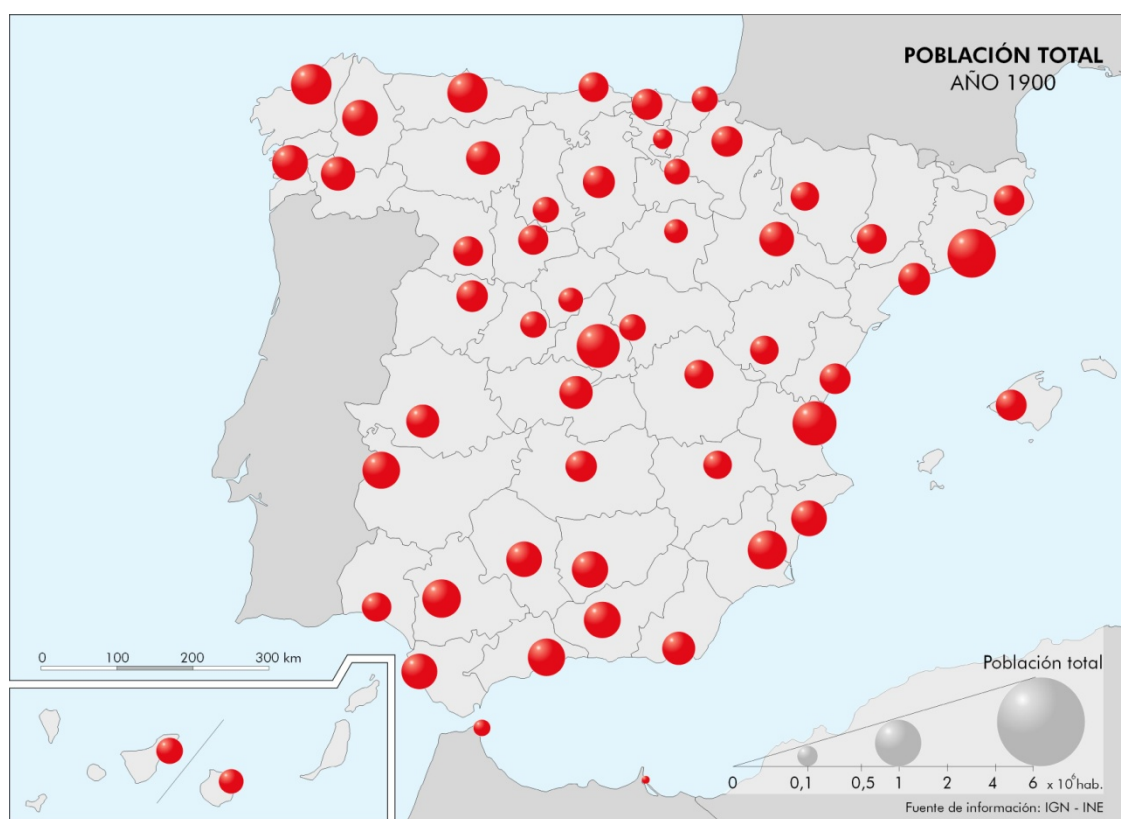
3.2.2. Características específicas de las variables demográficas relevantes para su cartografiado

Los códigos cartográficos que permiten la georreferenciación de información alfanumérica a través de su representación en un mapa se caracterizan por la posibilidad de una aplicación universal; lo que significa que disponiendo de una base espacial de referencia y de información temática que representar, el lenguaje cartográfico permitirá esa codificación

con independencia de la materia de la que se trate.

La asunción de este axioma como cierto no implica que la información de determinados temas no posea una serie de características que afecten en más de una forma a la manera en la que serán expuestas en un mapa. La información geomorfológica se caracteriza por disponer de un amplio abanico de intervalos de carácter cualitativo, además de abarcar un rango temporal extremadamente amplio; la cartografía destinada a usos del suelo presenta también categorías normalmente cualitativas cuya representación exige implantaciones superficiales, mientras que las temáticas hidrogeográficas se decantan por la lineal normalmente representando indicadores en escala de intervalos o de ratios.

El interés de esta tesis doctoral se centra en la búsqueda de las soluciones cartográficas óptimas que permitan la visualización de información demográfica, por lo que nos centraremos en describir las características principales que pueden condicionar su codificación: un rango temporal amplio, la posibilidad de trabajo a diferentes escalas y la importancia de los valores absolutos. El análisis del mapa presentado (*Vid. Mapa 3-1*) permite justificar la selección de esas características como relevantes para el diseño y elaboración cartográfica de las variables poblacionales.



Mapa 3-1: Distribución de la población en España, año 1900. Elaboración propia.

En primer lugar el mapa está datado en el año 1900, lo que implica que representa cifras que caracterizan la situación demográfica existente hace más de un siglo. Esta información bien podría haber sido obtenida de forma coyuntural para esa fecha en concreto y que, cual

fotografía, haya quedado retratada en el mapa. Sin embargo lo cierto es que los contenidos demográficos han sido considerados de interés general por los estados desde hace mucho tiempo por motivos que ya han sido expuestos a lo largo de este discurso, este hecho motivó que la sistematización de su recogida fuera temprana, situando la recolección de la información demográfica entre una de las primeras en ser asumidas por parte de los gobiernos. De esta manera se configura la primera de las características propias de la información demográfica: su **rango temporal es inusualmente amplio** en comparación con otros ámbitos de estudio, más de 250 años para los primeros países que oficializaron los censos de población.

La segunda característica no es tan fácilmente perceptible pero se puede deducir. La información representada en ese mapa (*Vid. Mapa 3-1*) corresponde a la obtenida a través del Censo General de la Población de España de 1900, es de sobra conocido que la unidad básica de recogida de la información en este tipo de operaciones estadísticas de gran envergadura, cuya pretensión es abarcar todo el universo censal, es el individuo. Este hecho hace necesaria una agrupación de la información, un cambio de escala de agregación para obtener primero los datos por distritos censales, luego por municipios tras lo que se generaliza a provincias, regiones y finalmente se obtiene el dato nacional. Este proceso generalizador, remite a la **posibilidad de trabajar a distintas escalas**, lo que favorece el análisis con mayor o menor grado de detalle dependiendo de la misma. Esta posibilidad afecta directamente a la representación cartográfica a través de las bases espaciales de referencia que serán utilizadas y que en definitiva dependen de los objetivos del proyecto cartográfico que habrán sido convenientemente definidos al comienzo de la investigación.

Hay un tercer aspecto que merece la pena resaltar, y es que el mapa está presentando la población en términos muy concretos: el número total de personas que viven en cada provincia, es decir, las **cifras absolutas son las que aportan una referenciación válida** a los estudios demográficos puesto que permiten un reconocimiento automático de la situación. El tamaño de las poblaciones, añadido a su posición respecto a las áreas urbanas, es lo que condiciona en gran parte de las ocasiones el propio comportamiento demográfico de una entidad.

Estas características, que serán estudiadas a continuación, conllevan una serie de implicaciones en el proceso de codificación cartográfica que conviene tener en cuenta y a cuya matización se procederá en apartados venideros.

3.2.2.1. El estudio diacrónico de la información demográfica: el empleo de la variable tiempo

En el estudio de las variables demográficas desde el punto de vista de la Geografía de la Población, el hecho de eludir el factor temporal y sus implicaciones puede desembocar en una recopilación enciclopédica más o menos bien ordenada de la forma en la que se configuran las distribuciones espaciales o de las correlaciones geográficas, lo que podría impedir el acceso al amplio campo de las explicaciones de los fenómenos de la población.

Las distribuciones espaciales o las relaciones entre población y territorio que se observan en la actualidad no son ajenas a los procesos que han ido sucediendo en el pasado, por la misma razón que las distribuciones y relaciones futuras se hallarán determinadas por las presentes (Bolsi, 1993). De hecho Parkes y Thrift diferencian la Geometría de la Geografía porque esta última está irrevocablemente unida al tiempo (Parkes y Thrift, 1980).

Para encontrar el camino de las explicaciones de los hechos la Geografía de la Población debe estar comprometida tanto con el análisis de los procesos como con el de los hechos (Bolsi, 1993) lo que requiere la puesta en consideración de los factores temporales.

Ren Vasiliev afirma que este factor diacrónico puede ser tratado de diferentes formas en el marco de la Geografía distinguiendo cinco modos (Vasiliev, 1997):

- **Momentos:** Refiere a fechas concretas en las que se dan los acontecimientos
- **Periodos:** Hace alusión al mantenimiento de un determinado fenómeno en el tiempo. La duración de algo, el periodo en el que sucede es medida como la diferencia de tiempo desde el comienzo hasta el final de un acontecimiento.
- **Tiempo estándar:** Hace referencia a la utilización de estructuras estandarizadas para organizar el espacio respecto al tiempo. El ejemplo más evidente es la parcelación de la Tierra por husos horarios.
- **El tiempo como distancia:** En ocasiones el tiempo puede ser utilizado como medida espacial. Su uso es importante cuando el tiempo utilizado es más relevante que el espacio que se recorre.
- **La distancia como medida de tiempo:** Al contrario que el apartado anterior, otras ocasiones facilitan el empleo de la distancia como medida de tiempo pero este apartado está más ligado a la utilización del espacio como reloj que realizaban culturas antiguas como las Mesoamericanas o britanas.

Asumiendo esta distinción cabe mencionar ligeras matizaciones en su adaptación al cartografiado de la Geografía de la Población, las dos primeras concepciones son las que están más ampliamente extendidas en este ámbito, aunque el tiempo como distancia se puede aplicar también en el estudio de potenciales de población. En cualquier caso antes de entrar en más detalles conviene mencionar que en Geografía en general, no solo en *Geodemografía*, se asume el tiempo como una línea temporal absoluta a lo largo de la cual se suceden los eventos. Desde la mayoría del mundo Occidental se ha establecido el calendario gregoriano como el oficial desde 1582 a iniciativa del papa Gregorio XIII, pero no puede olvidarse que diferentes culturas siguen utilizando calendarios diferentes: juliano, musulmán, chino... lo que implica dificultad añadida a la hora de comparar cartografía, aun siendo de la misma variable demográfica (Puyol *et al.*, 1992).

En Geografía de la Población algunos de los fenómenos estudiados suceden de forma continua en el tiempo y otros de forma discreta, es por esto que la concepción aplicada en cartografía adquiere también estas dos vertientes: La distribución de la población es algo que

se da de forma permanente a lo largo del tiempo y del espacio, su representación cartográfica puede seleccionar diferentes *momentos* sobre los que se realiza una fotografía estática que plasme la situación en un momento concreto, lo que básicamente consiste en realizar mapas del mismo área y variable real en fechas diferentes (Muehrcke, 1998), por otro lado es posible seleccionar un *periodo* de tiempo en el que se muestre la evolución que se ha dado durante el mismo, lo que sería un claro caso de tratamiento continuo del tiempo.

Por otro lado aparecen fenómenos de carácter discreto por ejemplo grandes desplazamientos migratorios o el *Baby-boom* que se dan durante un *periodo* cuyo principio y final son claramente definibles, son fenómenos coyunturales que requieren de una delimitación del tiempo para su representación.

Otro de los apartados que pueden resultar de utilidad en el estudio de la *Geodemografía* es la concepción del tiempo como medida de distancia, esto resulta especialmente útil para profundizar en aspectos ligados a la funcionalidad demográfica, en la que se estudian los desplazamientos diarios, en lo que no es tan importante la distancia recorrida para alcanzar el lugar de trabajo como el tiempo que se tarda en recorrerla. Algo de esto hay también en las nuevas tendencias respecto a la aplicación de potenciales demográficos que priorizan el empleo de la distancia a través de redes viarias en vez de distancias euclidianas considerando que el desplazamiento medido en tiempo se ajusta más a la realidad que se trata de emular.

En el ámbito de la demografía, tal y como se ha venido explicando, la amplia secuencia de tiempo en la que se ha ido recogiendo información, cada vez de forma más exhaustiva, ofrece al geógrafo bases de datos de gran envergadura. Teniendo en cuenta que los primeros censos oficiales se remontan al siglo XVIII, aunque depende directamente del país al que se haga referencia (*Vid. Tabla 3-3*) y que en las últimas décadas del siglo XIX ya eran muchos los países que contaban con censos oficiales, las bases de datos demográficos pueden abarcar más de 200 años (Puyol *et al.*, 1992). Es obvio que al comparar este rango con el existente en otras temáticas como la geología parece irrisorio, pero a nivel de cartografía la representación de toda esta información multiplicada por un número elevado de toma de datos convierte la gestión de estas bases en un asunto que requiere un tratamiento delicado y atento.

Las inquietudes a este respecto aparecen en los dos componentes básicos de la cartografía: en la base y por supuesto también en la información temática. Respecto a la base espacial el paso del tiempo puede afectar de maneras diversas, ligadas siempre a la modificación de las características de las unidades administrativas que ésta representa. Algunos de los procesos más comunes en la administración territorial son los cambios de nomenclatura, la unión de varias entidades y la desagregación de una entidad en dos o más entidades nuevas. Unido a este último tipo de modificaciones las bases espaciales utilizadas para realizar cartografía que represente el mismo área en distintos momentos temporales pueden acoger un número de entidades diferente.

Tabla 3-3: Fecha de realización del primer censo demográfico oficial por países. (Puyol et al., 1992)

| PAÍS | AÑO |
|----------------|------|
| Suecia | 1749 |
| Noruega | 1760 |
| Dinamarca | 1769 |
| Estados Unidos | 1790 |
| Francia | 1801 |
| Inglaterra | 1801 |
| Países Bajos | 1829 |
| España | 1857 |
| Rusia | 1867 |
| Argentina | 1869 |
| Alemania | 1871 |
| Brasil | 1872 |
| Japón | 1874 |
| India | 1881 |

En estos casos las opciones cartográficas son dos:

- Por una lado advertir al lector de que las bases que están siendo comparadas no son exactamente iguales y las diferencias que las caracterizan o,
- por otro lado, realizar un proceso de homogenización de la base tanto espacial como temática, de forma que se adopte la configuración territorial del año más reciente.

Esta última opción requiere de un tratamiento de edición exhaustivo, ya que es necesario reconstruir las variables reales existentes en la base de datos a partir de fuentes de información cuya escala de desagregación sea más detallada. El caso expuesto a continuación (Vid. Figura 3-9, Tabla 3-4 y Tabla 3-5) es un ejemplo de la situación mencionada aplicado al territorio español. El municipio de Ziortza-Bolibar se segregó de Markina-Xemein en el año 2006, por lo que hasta esa fecha las cifras de población debían mostrarse en el Nomenclator correspondiente al municipio original. A partir de dicho año el nuevo municipio es reconocido como entidad independiente recogiendo sus propias cifras. El Nomenclator (Vid. Tabla 3-4), cuya escala de trabajo básica es la Unidad poblacional, permite la reconstrucción de las cifras municipales a lo largo de las modificaciones que estas sufran a lo largo del tiempo pero el proceso requiere una normalización de las tablas para evitar los campos repetidos (Vid. Tabla 3-5).

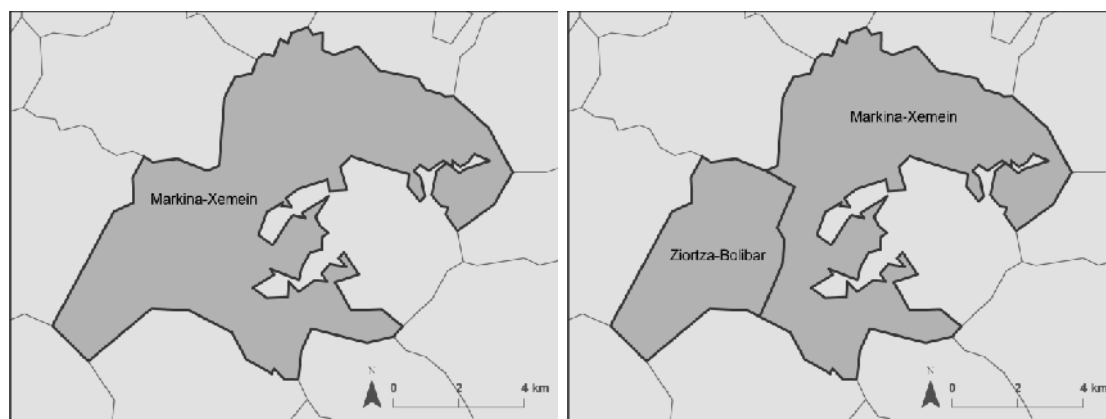


Figura 3-9: El mapa de la izquierda muestra el municipio original de Markina-Xemein con su distribución antes de 2006 año tras el cual se produjo la desagregación de Ziortza-Bolibar con los límites mostrados en el mapa derecho.

Tabla 3-4: Extracción de los datos del Nomenclator español para los municipios de Markina-Xemein y Ziortza-Bolibar

| Provincia | Municipio | Unidad Poblacional | Año 2000 | Año 2001 | Año 2002 | Año 2003 | Año 2004 | Año 2005 | Año 2006 | Año 2007 |
|------------|---------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 48 Vizcaya | 060 Markina-Xemein | 000000 MARKINA-XEMEIN | 4661 | 4689 | 4698 | 4713 | 4752 | 4823 | 4575 | 4676 |
| 48 Vizcaya | 060 Markina-Xemein | 010000 MARKINA-XEMEIN | 4283 | 4321 | 4330 | 4354 | 4395 | 4454 | 4575 | 4676 |
| 48 Vizcaya | 060 Markina-Xemein | 020000 ZIORTZA | 378 | 368 | 368 | 359 | 357 | 369 | N.E. | N.E. |
| 48 Vizcaya | 915 Ziortza-Bolibar | 000000 ZIORTZA-BOLIBAR | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | N.E. | 383 | 395 |

N.E. No existe datos

Tabla 3-5: Base de datos resultante tras el proceso de normalización para los los municipios de Markina-Xemein y Ziortza-Bolibar .

| Provincia | Municipio | Unidad Poblacional | Año 2000 | Año 2001 | Año 2002 | Año 2003 | Año 2004 | Año 2005 | Año 2006 | Año 2007 |
|------------|---------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 48 Vizcaya | 060 Markina-Xemein | 000000 MARKINA-XEMEIN | 4283 | 4321 | 4330 | 4354 | 4395 | 4454 | 4575 | 4676 |
| 48 Vizcaya | 915 Ziortza-Bolibar | 000000 ZIORTZA-BOLIBAR | 378 | 368 | 368 | 359 | 357 | 369 | 383 | 395 |

La gestión de la información tanto espacial como temática, es uno de los grandes retos que presenta el amplio rango temporal existente respecto a la información demográfica, se han expuesto brevemente algunos de los problemas relacionados con la base cartográfica pero la complejidad es mayor en lo que se refiere a los datos temáticos. Secuencias temporales de envergadura superior al siglo implica la existencia de indicadores que son recogidos en alguno de los censos pero no en otros, hecho que impide su estudio diacrónico. Una comparación temporal exige que los mismos conceptos sean considerados siempre bajo la misma definición puesto que cualquier otra opción inhabilita la cartografía comparada.

Aun asumiendo la existencia de inconvenientes a la hora de tratar los datos, muchas de las variables demográficas que se han recogido a lo largo del tiempo pueden ser visualizadas

a través de diferentes herramientas: Series de mapas con vistas múltiples, el escalado del tiempo y del espacio, la cartografía interactiva y la integración de los mapas y gráficos con información temporal (Monmonier, 1990).

Aludiendo a estas herramientas una de las posibilidades, tal y como se ha indicado, es la elaboración de mapas de la misma variable para diferentes fechas, la otra opción lógica es la utilización de periodos en los que se presenten bien las medias o bien la evolución.

La primera opción alude a la **cartografía de series temporales**, que se definen como una *sucesión de observaciones de un mismo fenómeno a lo largo de un periodo de tiempo* (Alder y Roessler, 1964). Esta alternativa no presenta problemáticas insalvables a la hora de elaborar la cartografía pero implica la incorporación al proceso de la exigencia básica que presentan estas representaciones: la necesidad de comparación entre los diferentes mapas, aspecto que se tratará con mayor profundidad en apartados posteriores.

Los mapas que presentan **la media de la variable** para un determinado periodo de tiempo es la segunda de las opciones posibles, a nivel de elaboración cartográfica no presenta implicaciones de importancia pero conviene indicarle al lector que es lo que está viendo en el mapa ya que la capacidad de abstracción necesaria para interpretar este tipo de cartografía es mayor y es necesario disponer de toda la información que permita una correcta decodificación.

La **presentación de evoluciones** es la última opción e implica considerar el propio paso del tiempo como un indicador en sí mismo, su cartografiado permitirá la representación del crecimiento o decrecimiento de la variable. *Las variaciones a lo largo del tiempo constituyen una de las características esenciales de los lugares, diferentes ritmos de variación en diferentes lugares acaban constituyendo una de las principales variables espaciales* (Hammond y McCullagh, 1980).

Se considera significativo diferenciar entre las variaciones absolutas y las relativas, ya que aunque las segundas estén basadas en las primeras las conclusiones derivadas no son las mismas y la obtención de determinaciones a partir del análisis de la evolución proporcional exige del geógrafo un conocimiento previo de los números absolutos sobre los que se está trabajando.

Por una parte debe considerarse que las recogidas de información acaecidas a lo largo del tiempo pueden haberse realizado con parámetros de medida diferentes o definiciones no equivalentes que introduzcan un margen de error en la cartografía que debe ser evaluado. Pero por otra parte los cambios no solo se realizan de forma absoluta respecto a la variable, las condiciones generales también se ven modificadas con el paso de los años. Los patrones de distribución de los asentamientos existentes a principio del siglo XX con estructuras más equilibradas podía situar municipios con 5.000 habitantes en niveles de jerarquía urbana intermedios con carácter posiblemente rural, sin embargo la disposición actual en

determinadas áreas podría considerarlos como funcionalmente urbanos lo que los emplazaría en posiciones jerárquicamente superiores aun disponiendo de los mismos efectivos demográficos.

Es posible representar las **variaciones absolutas**, pero en ese caso la cartografía, casi de forma obligada, deberá recurrir al empleo de la variable visual tamaño debido a que es la única que posee la propiedad cuantitativa que permite expresar el orden en términos de cantidades.

La visualización de las **variaciones relativas** requiere un proceso intermedio de cálculo a partir de los datos absolutos. Este proceso puede realizarse de diversas maneras entre las que destacan los números índice, calculados eligiendo un *año base* y conociendo las cifras correspondientes al resto de años, las cuales se expresan como porcentajes respecto al año base que se considera igual a 100 (Gutiérrez Puebla *et al.*, 1995).

La ventaja de este método es que permite obtener cifras independientes de la magnitud inicial de los datos y de la unidad en la que estos estén expresados, por el contrario una de sus principales limitaciones es que no expresan la variación entre dos años cualquiera, sino entre cada año y el año base (Hammond y McCullagh, 1980).

En parte esta limitación se ve superada al utilizar para el cálculo de las variaciones de la Tasa de crecimiento relativo intercensal a través de la siguiente fórmula:

$$CR^t = \frac{(P^{t_2} - P^{t_1})}{P^{t_1}} 100$$

P^{t_1} es la población en el año inicial t_1 del periodo

P^{t_2} es la población en el año final t_2 del periodo

Sin embargo ambas opciones presentan un inconveniente común: omiten la importancia del número de años que tenga el periodo considerado en cada uno de los mapas, si éste representa la evolución porcentual acaecida en un espacio de tiempo de 20 años no podrá compararse a la que se observe para uno de 15. La solución viene de la mano del empleo de fórmulas en las que se tenga en cuenta el número de años entre los cuales se está midiendo la variación:

- **Tasa de crecimiento relativo medio anual intercensal:**

$$CRA^t = \frac{(P^{t_2} - P^{t_1})}{P^{t_1}} \frac{1}{t} 100$$

P^{t_1} es la población en el año inicial t_1 del periodo

P^{t_2} es la población en el año final t_2 del periodo

n es el número total de años del periodo considerado

- **Tasa de variación acumulativa anual porcentual:**

$$VAAP = \left(\sqrt[n]{\frac{P^{t_2}}{P^{t_1}}} - 1 \right) * 100$$

P^{t_1} es la población en el año inicial t_1 del periodo

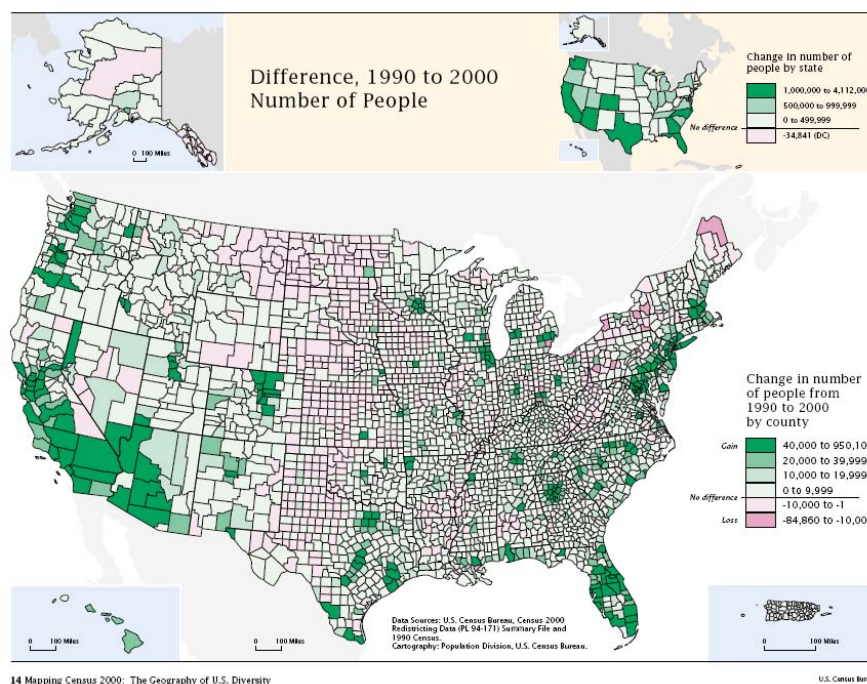
P^{t_2} es la población en el año final t_2 del periodo

n es el número total de años del periodo considerado

No conviene olvidar que el movimiento de un indicador a lo largo del tiempo puede reconocer tres componentes: los movimientos de larga duración, las fluctuaciones periódicas y las fluctuaciones coyunturales (Hammond y McCullagh, 1980); el objetivo del geógrafo es tener conocimiento de cuál de estos componentes se está cartografiando, puesto que las conclusiones a nivel de Geografía de la Población son muy distintas y semiológicamente podría lanzarse un mensaje equivocado.

Las opciones que se han utilizado en cartografía para representar las variaciones son múltiples aunque la mayoría poseen un factor común en el empleo de leyendas divergentes, entendiendo que como cifra crítica el cero, es decir la diferencia entre crecimiento positivo y negativo. Las diferencias suelen estar ligadas a la utilización semiótica o semiológica del tono que se utilice para definir dicha leyenda, en ocasiones se reservan los colores cálidos para focalizar la atención en los incrementos de población mientras que otras opciones reservan esta gama para subrayar los efectos negativos de la pérdida de efectivos demográficos.

- **Representación de cifras absolutas:** Asumiendo las reglas generales de codificación cartográfica se consideraría apropiada su visualización a través de la variable tamaño sobre implantación puntual tal y como se ha indicado previamente, sin embargo es posible encontrar ejemplos de aplicación sobre elementos superficiales (*Vid. Mapa 3-2*) cuya corrección está en entredicho debido a que la variable cartografiada no ha sido relacionada directamente con la superficie de cada entidad administrativa, condición *sine qua non* para el empleo de este tipo de implantaciones. En cualquier caso se puede observar la leyenda divergente estructurada en torno al valor de crecimiento nulo con cuatro intervalos por encima de dicha cifra y tan solo dos por debajo. La gama fría de los verdes indica los crecimientos positivos mientras la cálida de rosas pálidos se ha reservado para los condados que pierden población. Aun siguiendo una concepción semiológica la mayor saturación de los verdes atrae mayores cotas de atracción por parte del lector.



Mapa 3-2: Mapa coroplético que muestra la diferencia entre 1990 y 2000 en número de gente en Estados Unidos, (Brewer y Suchan, 2001).

- **Representación de cifras relativas:** La opción cartográfica correcta en este caso es la utilización del tono sobre implantación puntual (Vid. Mapa 3-4), pero también es posible encontrar ejemplos aplicados a mapas de coropletas (Vid. Mapa 3-3).

El mapa que representa el Ratio de crecimiento medio anual para China entre los años 1982-1990 (Vid. Mapa 3-3) puede considerarse una excepción en las representaciones de evolución demográfica debido a que recurre al empleo de una leyenda secuencial, si bien es cierto que reserva el amarillo puro para los crecimientos inferiores a cero.

La utilización de una leyenda de este tipo puede remitir a dos causas: por una parte que realmente los crecimientos negativos sean de tan escasa importancia que no se haya considerado necesario otorgar más relevancia a su representación o que el autor del mapa considere que el decrecimiento de los efectivos demográficos puede ser considerado como un elemento negativo, por lo que intenta minimizar su representación. El tipo de implantación utilizado es superficial, aun sin que la variable esté directamente relacionada con el territorio por lo que no podría considerarse una opción óptima de visualización.

La representación de los cambios demográficos reflejada en el mapa esloveno (Vid. Mapa 3-4) es un ejemplo de utilización correcta del lenguaje cartográfico: evita la aplicación directa de la variable tonal, que es la que codifica la variable real variación, sobre la superficie debido a que ésta no se encuentra directamente relacionada con las áreas.

De esta forma recurre a la utilización de elementos puntuales graduados en tamaño respecto a la población total residente en cada municipio, con lo que favorece el

predominio visual de aquellas entidades que poseen más efectivos demográficos. Sobre los elementos puntuales ya graduados superpone la variable combinada tono mediante una leyenda semiótica que pondera visualmente las entidades administrativas con valores de crecimiento positivo mientras que reserva la gama fría para las unidades que pierden población entre los periodos citados en una correcta concepción semiótica de la cartografía.

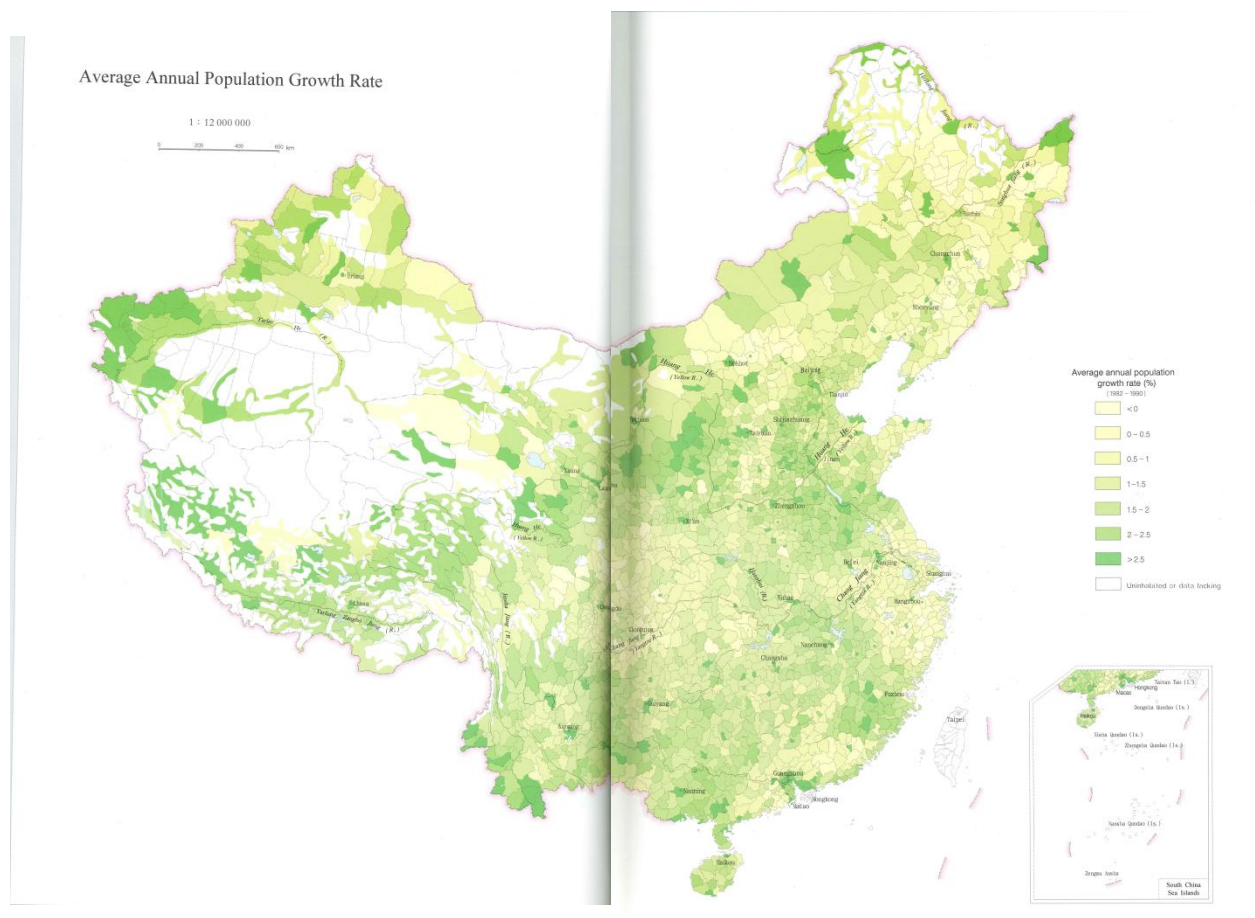
Los intervalos utilizados son regulares tanto hacia el lado positivo como el negativo, y los tonos seleccionados son equivalentes en valor pero contrapuestos en color de forma que consigue crear una leyenda equilibrada que facilita la comparación entre el crecimiento y el decrecimiento. El mapa esloveno recurre al cálculo de las variaciones a través de fórmulas de crecimiento relativo, el hecho de comparar tan solo dos fechas no requiere la puesta en consideración del número de años transcurridos durante el periodo representado, sin embargo el chino resulta más preciso a ese respecto puesto que analiza los cambios que se han producido anualmente durante el periodo 1982-90.

3.2.2.2. El trabajo a diferentes escalas de agregación

Ha sido mencionado con anterioridad que la escala básica de recogida de la información demográfica debería ser el individuo. En el caso español así sucede en lo que se refiere a los censos de población, considerados como la operación estadística de mayor envergadura y cuya fiabilidad está más asegurada. Para otras fuentes de información como los padrones son las unidades poblacionales las entidades básicas, puesto que aunque se recoge la información por individuo la ley de protección de datos no permite su explotación: además la principal diferencia del padrón respecto a otras operaciones estadísticas es que son los ayuntamientos los que deben recoger la información y remitirla al Instituto Nacional de Estadística.

En cualquiera de los dos casos expuestos la unidad básica de referencia posee un alto grado de detalle lo que posibilita una de las características principales de la información demográfica: el trabajo a diferentes escala de agregación. Considerando que se conoce a que entidad administrativa pertenece cada individuo puesto que es una de las variables recogidas en el Censo, es posible reconstruir mediante operaciones de generalización estadística las cifras correspondientes a las distintas escalas de trabajo. Para el caso español respecto a los censos y padrones la secuencia se configura partiendo desde el individuo hasta llegar a la elaboración del dato nacional (*Vid. Figura 3-12*) pasando por las entidades administrativas autonómicas y locales que conforman el territorio español.

La posibilidad de trabajar a distintas escalas conlleva una consecuencia clara de cara al proceso de diseño y elaboración de la cartografía derivada: **la necesidad de disponer de bases espaciales a cada una de las escalas de las que se dispone de información** y de la codificación adecuada de las mismas que permita la puesta en relación de las cifras estadísticas con las entidades espaciales.



Mapa 3-3: Mapa de China, Ratio de crecimiento medio anual calculado en porcentaje, (Zhongguo di tu chu ban she, 1999)

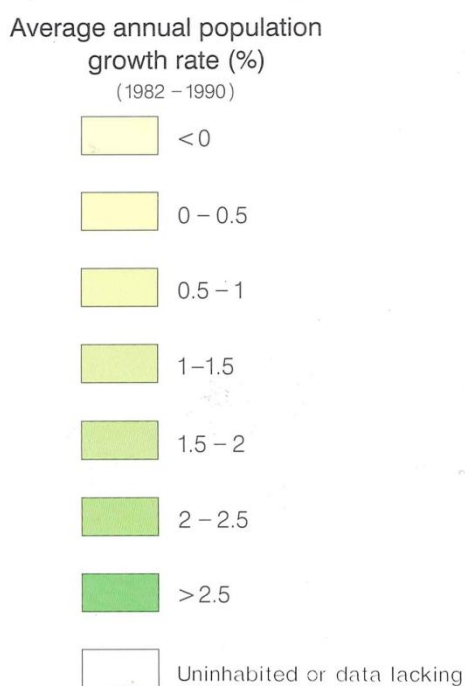
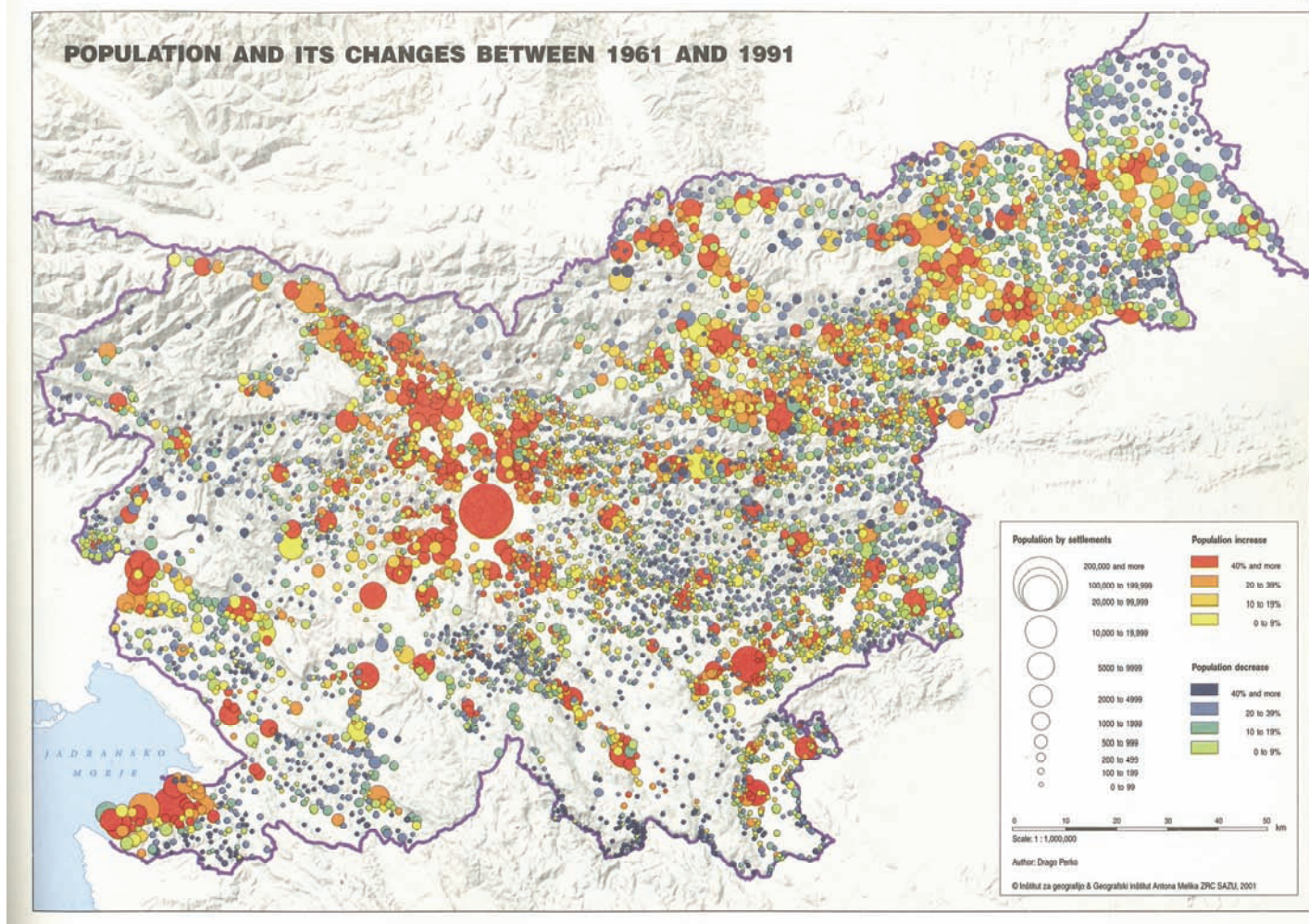


Figura 3-10: Ampliación de la leyenda utilizada en el mapa de Ratio de crecimiento medio anual calculado en porcentaje, (Zhongguo di tu chu ban she, 1999)



Mapa 3-4: Mapa de Eslovenia, Población y sus cambios entre 1961 y 1991, (Fridl et al, 2001)

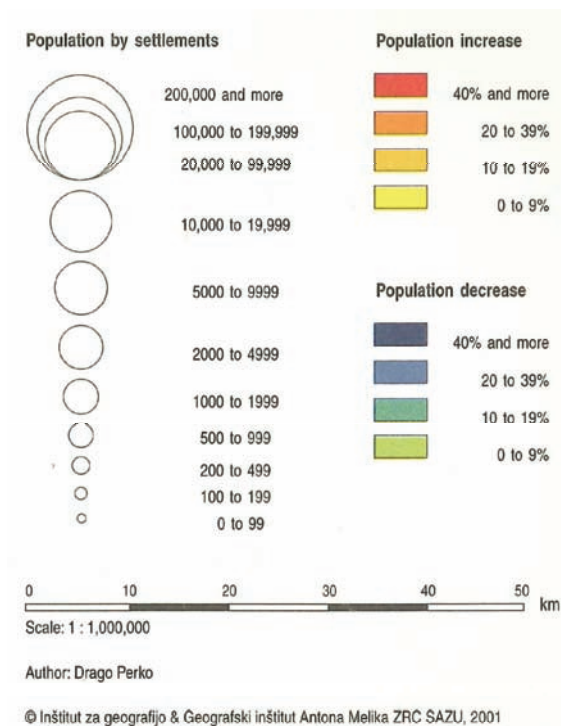


Figura 3-11: Ampliación de la leyenda utilizada en el mapa de Población y sus cambios entre 1961 y 1991, (Fridl et al, 2001)



Figura 3-12: Configuración por generalización de los datos censales y padronales de las diferentes escalas de trabajo.

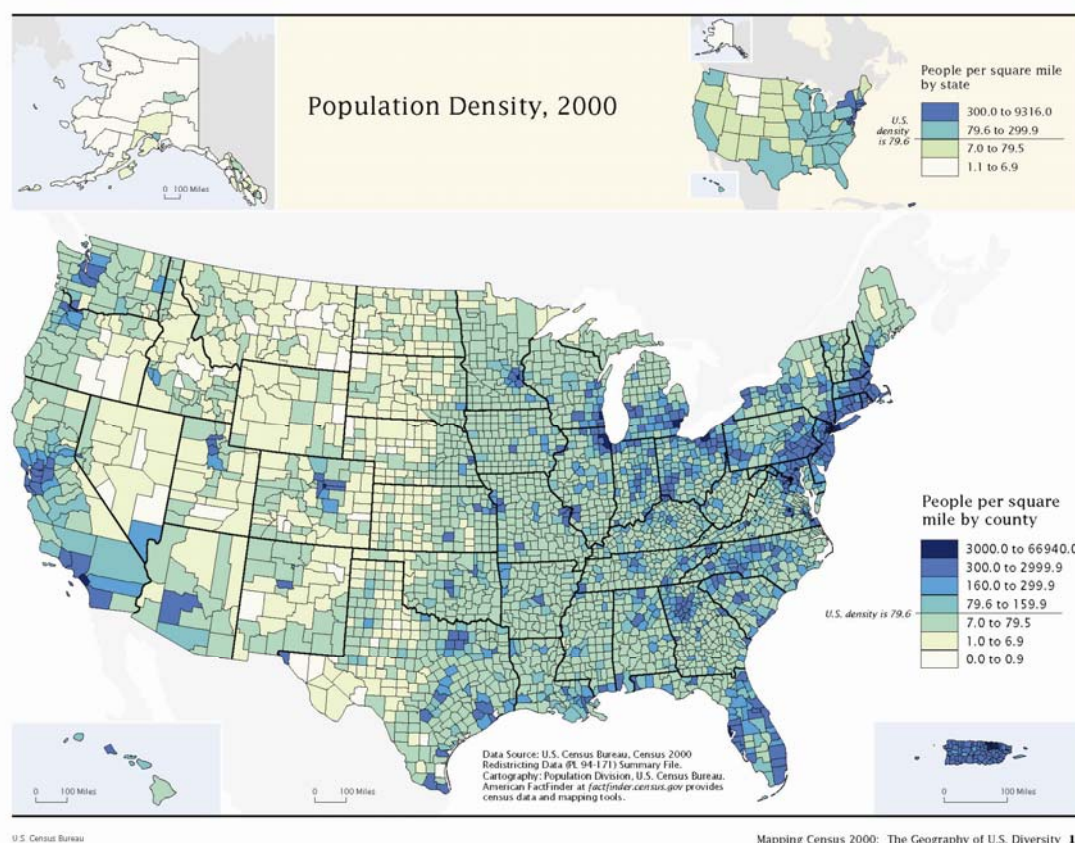
Los procesos de generalización, cuya aplicación a partir de una base espacial que posea un alto grado de detalle permiten la obtención de escalas de trabajo menores, han sido explicados en profundidad en el capítulo anterior, pero no por eso resta señalar que su aplicación es común cuando se trata de realizar cartografía demográfica.

Conviene trabajar en el marco de los SIG con sistemas asentados sobre bases de datos con capacidad de almacenar datos multi-resolución (denominadas en la bibliografía MRDB) que permiten el establecimiento de relaciones entre unas capas y otras. La situación ideal estaría configurada no solo por capas que representen el territorio a diferentes escalas, sino que éstas pudieran actualizarse de forma automática de manera que al introducir cambios en los niveles de mayor detalle, aquellos más generalizados pudieran verse modificados de manera inmediata, sin intervención del usuario (Sarjakoski, 2007).

Es posible utilizar escalas diferentes de un mismo territorio en un mismo documento cartográfico de manera que la más generalizada muestre las tendencias generales y se utilice el mapa con un objetivo contextual mientras que la más detallada configure el mapa principal en el que se pueda estudiar con más detalle la distribución de la variable representada.

El mapa que se adjunta (*Vid. Mapa 3-5*), representa la densidad de población en Estados Unidos correspondiente al censo del año 2000. Se puede observar que en la parte superior derecha se localiza un mapa sobre el que se refleja la densidad de población por estados. En él se percibe claramente la tendencia a la concentración de la población en el área oriental así como en las zonas costeras, mientras que el territorio central presenta valores inferiores de ocupación.

Estas tendencias se ven confirmadas en el mapa a nivel de condados, sobre el que aun pudiendo distinguir las tendencias generales ya visualizadas en la cartografía de los estados, se permite la observación de matices que escapaban a la escala de representación más generalizada: las capitales de estado, las ciudades universitarias o las grandes concentraciones urbanas aparecen con claridad en este mapa estructurando una distribución más cercana a la realidad territorial pero de una lectura cartográfica más compleja.



Mapa 3-5: Mapa de densidad de población de Estados Unidos, (Brewer y Suchan, 2001)

La posibilidad de trabajar a diferentes escalas permite una profundización progresiva en el estudio de la variable representada, una de las alternativas de trabajo es la inclusión de dos o más escalas en un solo documento cartográfico mientras que la otra posibilidad es la creación de una serie que muestre el mismo indicador a diferentes niveles de agregación. Ejemplo de esto se puede encontrar en los mapas presentados (Vid. Mapas 1-3), la variable cartografiada es la misma en los tres casos: densidad de población, entendida como la relación entre la población total residente en cada unidad administrativa y la superficie en kilómetros cuadrados de la misma.

El primer mapa (Vid. Mapa 3-6) recoge la densidad de población a nivel autonómico, como se puede observar en la representación ofrece una ligera aproximación a la distribución demográfica en España, permitiendo intuir algunos de los aspectos característicos de la

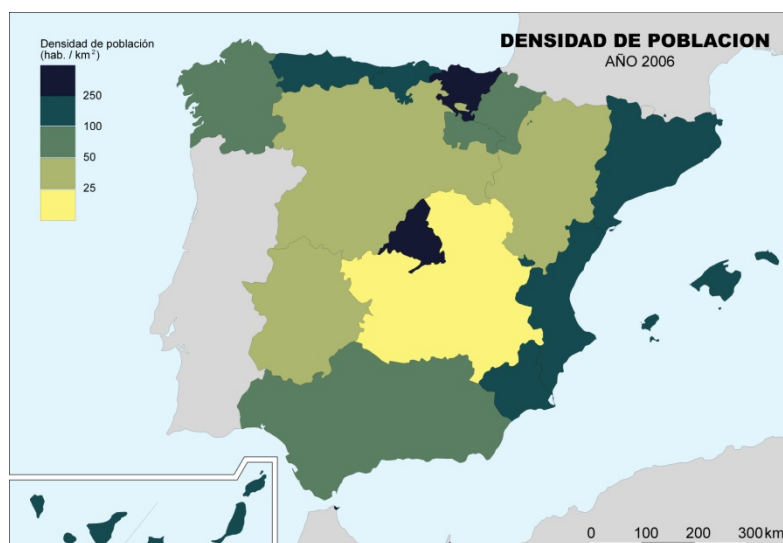
misma tales como la dicotomía centro-periferia o los grandes ejes de desarrollo y concentración demográfica en concreto el ligado a la costa mediterránea, sin embargo otros como los valles de los ríos, entre los que se encuentra el Corredor del Ebro, quedan difuminados debido a que la escala de agregación es demasiado general. Esta escala es la que en España corresponde con la NUT 2 en el marco administrativo europeo.

El Mapa 3-7 presenta la densidad española por provincias, es decir por NUTS 3, y permite apreciar una serie de matices que no se visualizaban en la escala de agregación superior. Los contrastes intrarregionales empiezan a percibirse con más claridad en esta representación, son aspectos tales como el comportamiento diferenciado entre las provincias de una misma comunidad autónoma condicionadas en gran medida por un relieve abrupto y sus características predominantemente rurales.

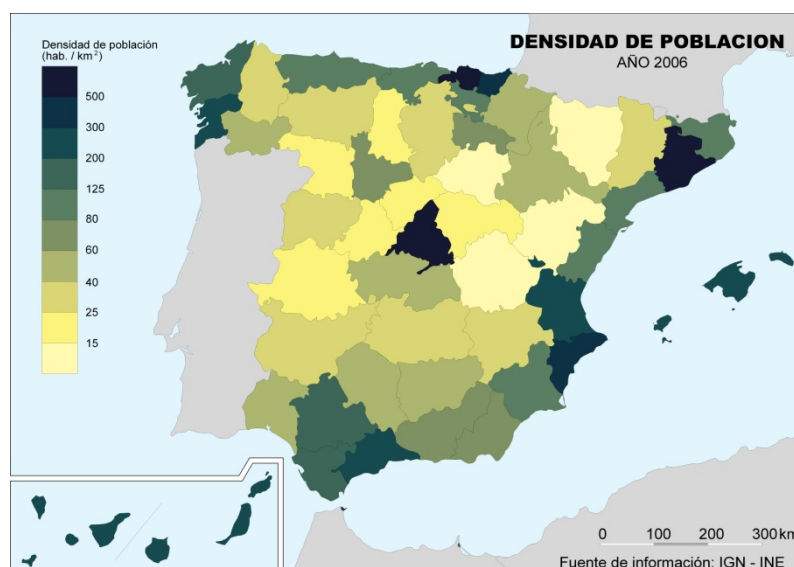
Ejemplo de esta situación se observa en Aragón donde el contraste entre Zaragoza y Huesca-Teruel resulta patente. Las densidades de población son significativamente superiores en la provincia de Zaragoza, atravesada por el río Ebro y el desarrollo demográfico y económico ligado al mismo, frente a cifras muy inferiores en las provincias más montañosas (Teruel con el Sistema Ibérico y Huesca con los Pirineos) que presentan umbrales de densidad por debajo de los 15 habitantes por kilómetro cuadrado. La misma situación se repite en otras comunidades añadiendo otros factores como el carácter eminentemente urbano de las provincias de mayor densidad, y la situación costera que acentúa los contrastes respecto a esta variable, tal es el caso de Galicia, Cataluña e incluso Andalucía.

Se empiezan a percibir también qué provincias cuentan entre sus ciudades las capitales regionales, hecho que condiciona notablemente la densidad, puesto que incrementa de un modo significativo la cifra de la misma. Si bien es cierto que esta escala de agregación permite identificar las capitales de provincias no es menos cierto que se sigue produciendo un error estadístico notable derivado de la no adaptación total al problema planteado.

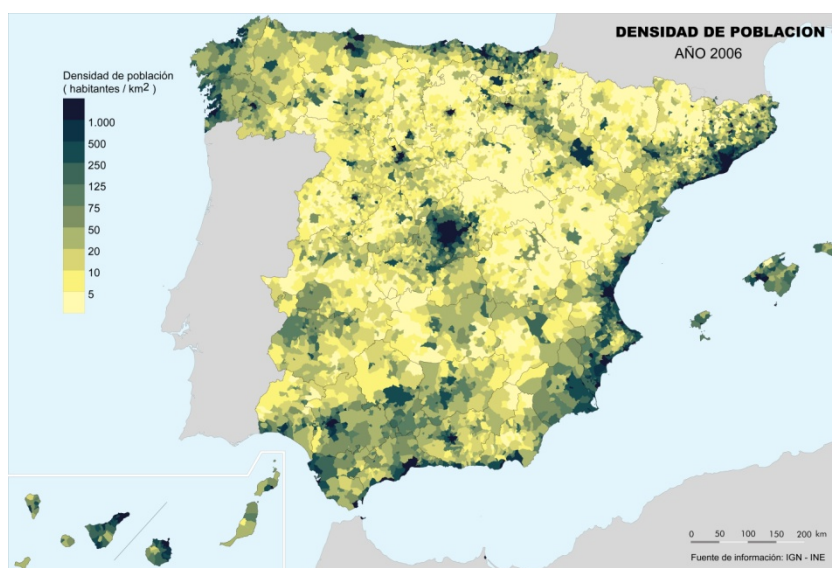
La asunción de que la densidad de población presentada para una determinada provincia, por ejemplo Zaragoza, se distribuye homogéneamente, diciendo que hay 53 habitantes por kilómetro cuadrado en cualquier zona a la que se quiera acercar el estudio, es una **falacia ecológica** y la realidad es bien distinta. Un acercamiento al territorio descubrirá que en el mismo conviven zonas densamente pobladas, es el caso de Zaragoza-ciudad que concentra más del 70% de la población de la provincia, con áreas tales como el Cuarto espacio, que recoge municipios alejados de la influencia económica, social y demográfica de la gran capital, convirtiendo la cifra de 53 habitantes por kilómetro cuadrado en una incorrección evidente.



Mapa 3-6: Densidad de población en España, agregación autonómica, año 2006.



Mapa 3-7: Densidad de población en España, agregación provincial, año 2006.



Mapa 3-8: Densidad de población en España, agregación municipal, año 2006.

Un cambio de escala de representación, de provincial a municipal, supondría una profundización mayor en el estudio al mismo tiempo que una mayor complejidad de trabajo. El municipio es, probablemente, la escala más adecuada de representación para la densidad de población, la que ofrece más matices, más explicaciones acerca de la realidad demográfica, la que mejor se adapta al problema, favoreciendo una **endogenización territorial de la variable**.

En el Mapa 3-8 se perciben con claridad los principales corredores: El valle del Ebro y el del Guadalquivir, el eje mediterráneo, el atlántico... Se observa como la población se localiza fundamentalmente alrededor de tres polos de atracción: las ciudades, los ríos y la costa, ya sea atlántica o mediterránea. En definitiva una desagregación municipal está permitiendo el acercamiento del estudio a la estructura de asentamientos, a la distribución real de la población. Se diferencian claramente las áreas metropolitanas que rodean las ciudades de Madrid y Barcelona de las áreas eminentemente rurales que conforman el interior peninsular, aportando una información útil para múltiples propósitos al tiempo que se revela como una herramienta eficaz de cara a la toma de decisiones.

Es evidente que no deben menospreciarse las representaciones a ninguna escala, cada una tiene sus virtudes y sus inconvenientes, su utilidad respecto a unos objetivos de visualización. No se puede pretender que un mapa a escala autonómica aporte información suficiente para basar un proceso de ordenación territorial en el mismo, pero sí que puede presentar de forma contextual la realidad demográfica española en un documento introductorio.

En estudios a escala nacional o regional interesarán macromagnitudes, las grandes tendencias; mientras que en la escala local lo pequeño puede ser el motivo central de la intervención, de lo que no puede deducirse que no exista conexión entre las macromagnitudes y el detalle, tan solo que es conveniente adaptar la escala de trabajo al problema que pretende ser expuesto.

Las escalas de agregación están condicionadas en general por las delimitaciones administrativas que conforman los países; éstas, aun teniendo la ventaja evidente de ser las referencias oficiales no siempre son adecuadas para el estudio de los fenómenos geodemográficos, especialmente los de carácter funcional. *Trabajar con unidades espaciales regulares podría conducirnos a conclusiones que las unidades administrativas ocultan* (Reques Velasco, 2006), la utilización de rejillas ráster sustenta y puede servir de complemento para estudios de este carácter no solo aportando un análisis de carácter más equilibrado sino evitando una lectura focalizada involuntariamente en aquellas entidades administrativas que poseen una mayor superficie.

3.2.2.3. La significación de las cifras absolutas

Los valores absolutos en Demografía aportan información escasamente relevante (...) pero no permite extraer conclusiones demográficamente significativas, ni realizar análisis comparativos entre unidades territoriales. El número de acontecimientos (...) es

proporcional al volumen de población (...) por lo que únicamente interesan para servir de base en el cálculo de indicadores de tasas o de índices (Reques Velasco, 2006).

Dicha afirmación, que no carece de sentido en el marco de la Demografía, lo pierde por completo cuando se trata de trabajar y analizar el escenario demográfico desde la perspectiva espacial de la información geográfica. La utilización de mapas que representen directamente sobre el territorio tasas e indicadores responde a una práctica común, lo que no la convierte en correcta. De hecho es probable que responda a aquello tan conocido de “*hacer de la necesidad virtud*” y se debe a las dificultades no superadas hasta ahora de representar proporcionalmente a los valores absolutos mediante la variable visual tamaño y, asociada a ella una segunda variable de carácter relativo.

Por otra parte el cartografiado de variables en cifras absolutas ha sido tradicionalmente abandonado debido a que da como resultado documentos de una mayor complejidad tanto en lo que refiere a su diseño como a su implementación ya sea mediante métodos analíticos o digitales. Sin embargo la vocación cartográfica de la Geografía y el papel revelador que aquélla puede jugar de cara a aspectos relacionados con la Ordenación del Territorio elevan la representación de las cifras absolutas a niveles no alcanzados hasta la fecha. Las causas de la puesta en valor de este tipo de representaciones enlazan con su capacidad de anclar la cartografía con la realidad territorial, de crear una contextualización que complete la lectura de los mapas. Debe tenerse en cuenta que en Geografía los marcos de referencia a nivel espacial lo constituyen los límites administrativos pero es importante reflejar también los marcos de referencia a nivel temático, que quedan constituidos por la utilización de la implantación puntual ligada al dimensionamiento proporcional del tamaño de los símbolos en relación con sus cifras absolutas de población.

El empleo de tasas e indicadores favorece la comparación entre distintas entidades, pero también es cierto que indicar la igualdad entre Madrid y Escalona (*Vid. Figura 3-13*) en términos del Índice de Envejecimiento de Veyret-Vernet, puesto que ambos adquieren el valor 1,57, no deja de ser controvertido. Es cierto que en ambos municipios españoles aparece 1,57 *abuelos por cada nieto* expresándolo de manera informal, pero no deja de ser menos cierto que desde la perspectiva geográfica los 509 abuelos de Escalona suponen un problema de menor envergadura que los 566.814 residentes en el municipio madrileño. Aun disponiendo del mismo valor en el índice relativo las interacciones con el resto del sistema geográfico son diferentes: adecuación de las infraestructuras, necesidades sanitarias, servicios de transporte, red de residencias para la Tercera Edad...

Asumiendo que la consideración de las cifras absolutas es importante en Geografía de la Población, su traslación a la cartografía se configura como un pilar básico en la concepción de cartografía que resulte reveladora para el lector. La representación del Índice de Envejecimiento mediante implantación superficial y la variable visual valor combinada con el color, es decir formas coropléticas de visualización (*Vid. Figura 3-13, Mapa 1*) resulta incorrecta, debido a que la aplicación de dicha variable visual sobre el territorio solo debe realizarse en

caso de que exista una relación directa con el mismo, como es en el caso de las densidades de población. No conviene insistir más en este aspecto puesto que se profundizará en él en apartados posteriores. La disposición del municipio de Madrid, rodeado de una aureola de municipios rejuvenecidos gracias a los procesos centrífugos urbanos que sitúan las residencias de la población más joven fuera de los espacios centrales, unido a unas dimensiones notablemente superiores a la media de los municipios presentados en los mapas, hace resaltar sobremanera su importancia visual, cuando la realidad nos lleva a afirmar que Escalona debería estar situado en el mismo nivel de percepción.

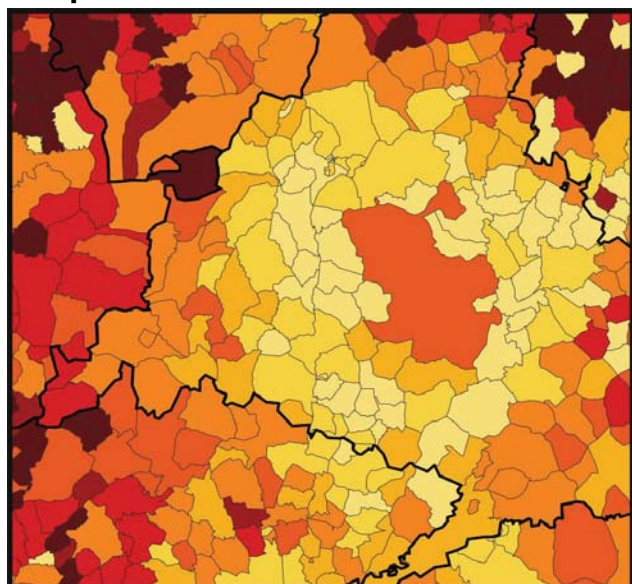
Este primer problema puede resolverse a través de la utilización de simbología puntual localizada en la capital municipal (*Vid. Figura 3-13, Mapa 2*). Un tamaño suficiente del círculo permitirá distinguir sin problemas las gradaciones de valor y evitará el desvío de la atención sobre Madrid. Si bien es cierto que esta tampoco se puede considerar una representación del todo adecuada, si que entra en los cánones de la corrección.

La necesidad ya referida de contextualizar la información demográfica, en este caso el Índice de Envejecimiento, demanda la inclusión de un marco de referencia visual que permita al lector ponderar la importancia demográfica de cada entidad. Es por esto que se procede a la superposición de las cifras absolutas como una segunda variable visual representada mediante la graduación de tamaño, en este caso mediante dimensionamiento volumétrico de los símbolos puntuales. Sobre estos se procede a incorporar la que ha sido considerada la variable principal: el Índice de Envejecimiento (*Vid. Figura 3-13, Mapa 3*). De esta manera queda configurado un mapa en el que es posible realizar los procesos comparativos entre distintas entidades ponderando su importancia real.

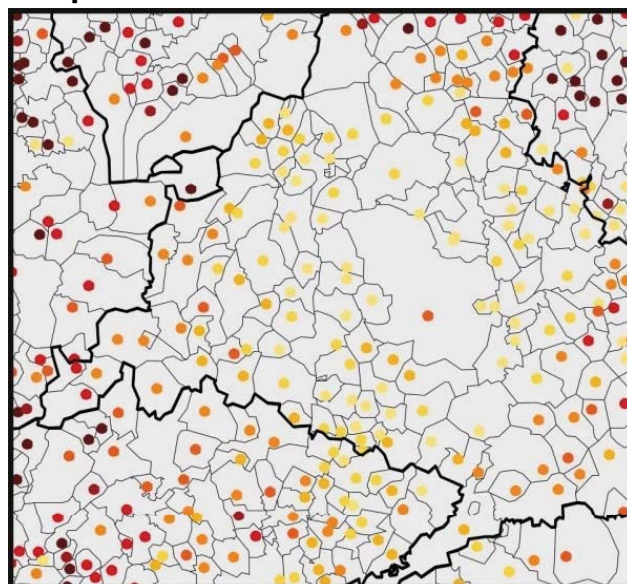
Cabe mencionar que las cifras absolutas no tienen por qué hacer referencia tan solo a la población total, pueden referirse a otras variables como número de mujeres, de personas menores de 15 años, de hogares, de nacidos en un año... El único requisito consiste en la existencia de conexión temática entre la variable representada mediante el tamaño y la codificada a través del valor, para la variable Mujeres en edad de reproducción entendida como el porcentaje de mujeres en edades comprendidas entre 15 y 49 años respecto al total de mujeres la elección lógica para la representación de cifras totales correspondería al computo global de población femenina.



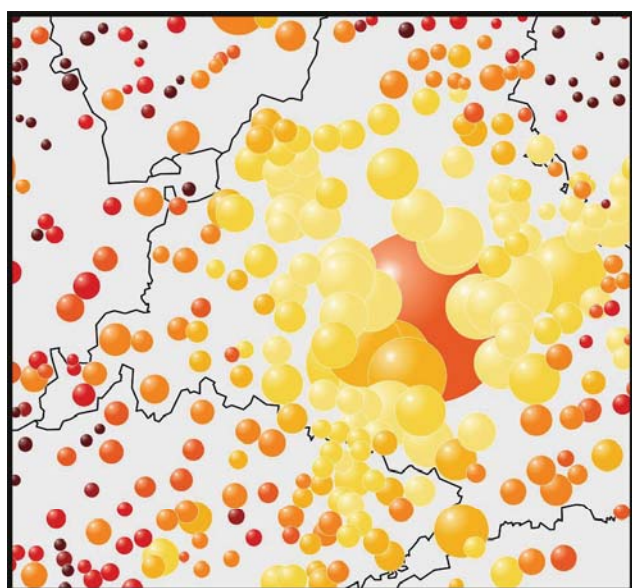
Mapa 1



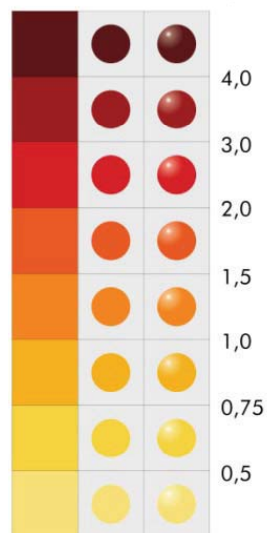
Mapa 2



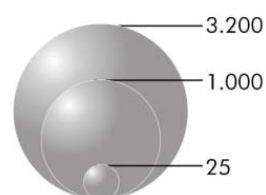
Mapa 3



Índice de envejecimiento



Población total
(En miles de habitantes)



La variable visual que por excelencia permite la representación óptima de cifras totales es el tamaño, gracias a la propiedad cuantitativa que le permite expresar el orden en términos de cantidades o proporciones (Bertin, 1983). Las posibilidades de utilización son diversas, como se ha expuesto en el capítulo anterior; sin embargo uno de los factores que han limitado la expansión de la cartografía basada en cifras absolutas ha sido la complejidad técnica que supone su empleo (Dent, 1999).

Esto sucede especialmente cuando los dimensionamientos proporcionales a la superficie de los elementos puntuales no generan resultados satisfactorios, debido a que la complejidad territorial derivada de un elevado número de entidades con un rango dispar de cifras demográficas genera un cubrimiento excesivo del mapa por parte de los símbolos temáticos. En estos casos es conveniente recurrir a soluciones cartográficas que minimicen los inconvenientes del empleo del tamaño y potencien sus ventajas:

- **Empleo de leyendas de doble constricción:** La mayoría de SIG tienen implementados en sus módulos de simbología herramientas que permiten la graduación por tamaño de los elementos puntuales; sin embargo esta graduación se acostumbra a realizar introduciendo como parámetro tan solo el tamaño de los elementos situados en el extremo inferior. De esta manera en el caso de existir un rango amplio de datos la diferencia entre el elemento de menores dimensiones y el de mayores puede tan elevada que la representación cartográfica quede invalidada.

En las leyendas construidas con doble constricción se predefinen las dimensiones tanto del elemento más pequeño como el de mayor tamaño, que corresponden con la cifra mínima y la máxima del recorrido de la variable real, de manera que el dimensionamiento del resto de símbolos se realiza por interpolación. De este modo se adjudica al símbolo menor las dimensiones mínimas que el ojo humano es capaz de percibir, y al mayor la superficie máxima que un elemento pueda ocupar en el mapa lo que se establecerá en relación con la escala de representación, puesto que si solo se determina el pequeño, el grande puede desbordar los límites permitidos y al contrario si solo se determina el grande, el pequeño puede llegar a no ser visible (Calvo Palacios y Pellicer Corellano, 1987).

- **Empleo del dimensionamiento volumétrico:** Esta solución cartográfica se aplica especialmente a objetos puntuales circulares, que se convierten en esferas figuradas en el plano con la transformación.

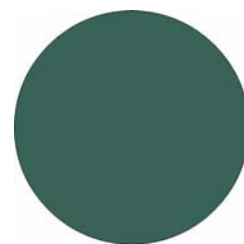
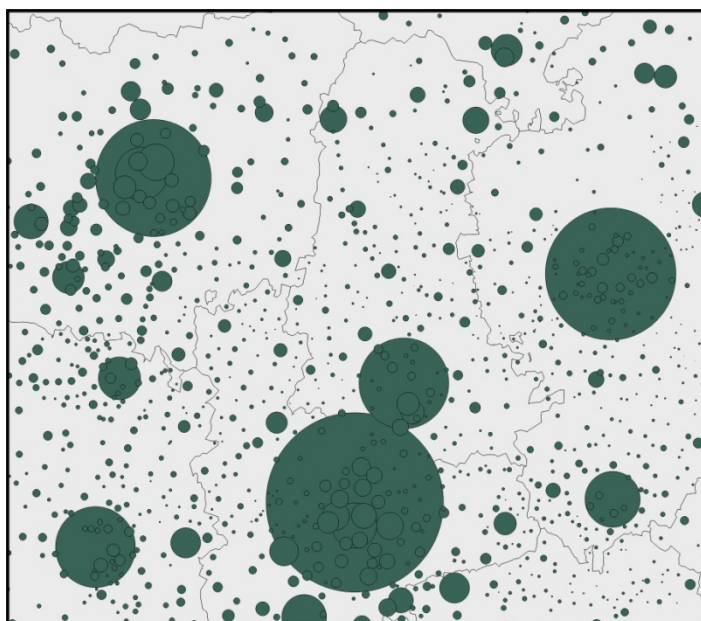
La principal ventaja del uso del volumen en el escalado por tamaño reside en la forma de establecer las dimensiones de los símbolos. La graduación respecto a la superficie utiliza la raíz cuadrada (*Vid. Figura 3-14, Ecuación 3-1*) mientras que el dimensionamiento respecto al volumen utiliza la raíz cúbica (*Vid. Figura 3-14, Ecuación 3-2*) por lo tanto el rango de tamaños se reduce permitiendo representar una

amplitud mayor de datos con menos superficie de papel utilizada. (*Vid. Figura 3-14*)

El empleo del volumen como recurso cartográfico es válido y en ocasiones se torna necesario para representar correctamente determinadas distribuciones de asentamientos cuyas cifras sean muy contrastadas, pero el geógrafo debe ser consciente de las consecuencias de la utilización del mismo: visualmente las entidades de menor envergadura se ven potenciadas mientras que los tamaños con los que se representan los asentamientos con mayores efectivos demográficos quedan suavizados, en ocasiones en exceso.

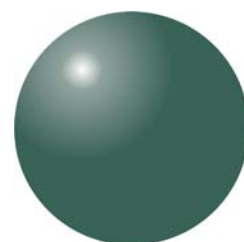
La cartografía volumétrica tiene ventajas de representación y también estéticas, sin embargo su uso no está extendido por dos razones principales: El proceso de creación de cartografía es más complejo y para la mayoría de usuarios les resulta más complicado de decodificar (Dent, 1999).

Esta insistencia en la representación de datos absolutos dedicando a ellos la variable visual tamaño es algo irrenunciable en la ordenación territorial. Preguntas como ¿A cuántos habitantes nos referimos? ¿Qué tipo de actuaciones o consecuencias derivan de ello? y otras muchas solamente pueden responderse al superponer sobre ese espacio visual determinado por el círculo o esfera, una segunda variable. Referenciar sobre la superficie administrativa la tasa de natalidad o mortalidad o el número de viajes, puede dar errores de interpretación que se evitan concediéndole un peso visual real a Zaragoza (700.000 habitantes) y a Cuarte de Huerva (2.000 habitantes). Esto es uno de los pilares, además original, de la cartografía que se presenta y por ello se insiste en su correcta valoración.



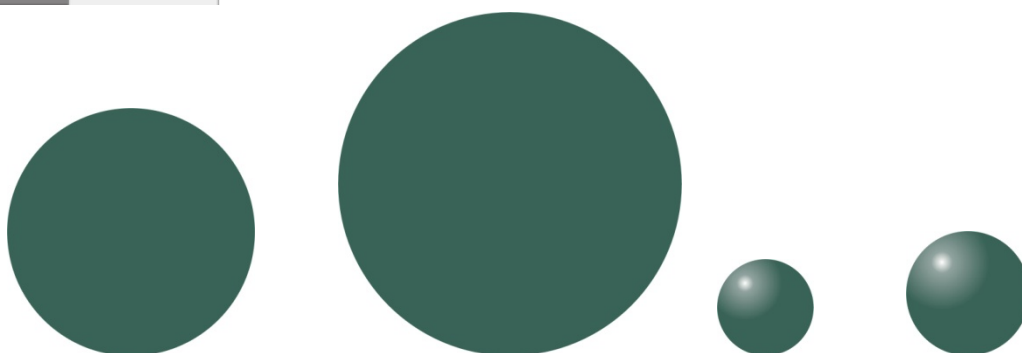
$$A = \pi r^2$$

Ecuación 3-1: Superficie del círculo



$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Ecuación 3-2: Volumen de la esfera



Dimensionamiento superficial (Izquierda) y volumétrico (Derecha) respecto a 100 y 200 habitantes.

Figura 3-14: Comparación entre el dimensionamiento de elementos puntuales mediante cálculos proporcionales a la superficie y al volumen. Elaboración propia.

3.2.3. El empleo de las series de mapas

Las series cartográficas son una **forma particular de organizar y presentar dos o más mapas, en los que la lectura individual de cada uno resulta mejorada al realizarse en el marco de conjunto**. La concepción y realización de series es uno de los aspectos más complejos del diseño cartográfico puesto que todos los mapas pertenecientes a las mismas deberían compartir elementos básicos como la escala numérica, la orientación y especialmente la leyenda, de manera que resulten comunes a todos como conjunto y sean suficientemente significativos de forma individual.

Las características propias de las variables demográficas ya mencionadas, como el amplio rango temporal que pueden llegar a abarcar y la multiplicidad de escalas de agregación con las que se puede trabajar, abocan a la organización de mapas en series puesto que permiten la visualización y comparación de una gran cantidad de datos. Además el uso de series de mapas está ligado directamente a los análisis evolutivos, muy frecuentes en los estudios geodemográficos.

Es importante no confundir el significado de una serie cartográfica con una disposición de mapas en forma de atlas, en la que se presentan variables diversas en un sola fecha, de forma que el momento temporal es el factor conector que no exige estructuras de interpretación conjunta.

3.2.3.1. Tipología de series cartográficas

Los elementos comunes que convierten un grupo de mapas en una serie pueden considerarse sus ejes estructurantes, en base a ellos se definen las distintas formas de componer las series cartográficas en las que los mapas:

(1) Representan una misma variable en varias fechas diferentes: Está es la opción más sencilla dentro del marco de las series cartográficas, en ella son realizados tantos mapas como fechas distintas dispongan de información. La utilización de la misma leyenda para todos los mapas individuales es un requisito indispensable en este tipo de cartografías puesto que se configura como el elemento que aporta cohesión temática al conjunto. La utilización de secuencias temporales en la serie permiten distinguir entre dos subtipos:

- Series estáticas: En las que se refleja la distribución de la variable en una fecha concreta.
- Series dinámicas: En las que se representa la evolución que ha tenido una variable entre la fecha inicial y final de un periodo de tiempo.

(2) Representan una misma variable a diferentes escalas de agregación: Al igual que el tipo anterior de series el elemento común es la variable representada, de forma que la distribución de la misma se vea representada en diversos mapas, cada uno de los

cuales presenta una escala de agregación diferente, pero la misma fecha de referencia. La complejidad de diseño y elaboración de este modelo de series es más elevada por los siguientes motivos:

- Requiere la posesión previa de las bases espaciales a todas las escalas de las que se disponga de información temática,
- No es posible realizar una leyenda común a toda la serie puesto que las escalas de más detalle se caracterizarán por un rango de información mucho más amplio. Sin embargo es conveniente que existan intervalos o cifras críticas en la leyenda que sean significativas a todas las escalas para buscar un mínimo de comparación de la serie,
- Es posible que las escalas gráficas de trabajo no coincidan, aunque la situación ideal así lo aconseja, por lo que deberán quedar claras las referencias espaciales para que la lectura no se vea condicionada por este aspecto.

(3) Representan los componentes de una variable en una misma fecha: Este tipo de series facilitan la comprensión de fenómenos que presentan distintos componentes, ejemplos evidentes pueden ser el *saldo migratorio*, compuesto por las cifras de inmigración y las de emigración; el *crecimiento natural*, formado por las tasas de natalidad y las de mortalidad o los porcentajes de personas que pertenecen a cada uno de los *estados civiles*: personas solteras, casadas, viudas y divorciadas.

El principal inconveniente viene de la mano del diseño de la leyenda que puede resultar complejo en extremo, puesto que las distribuciones entre los componentes suelen distar de estar repartidas de forma homogénea, lo que implica disparidad de rangos y la necesidad de utilizar intervalos que tan solo sean útiles para alguno de los mapas.

(4) Combinan la representación de una variable en distintas fechas y a distintas escalas de agregación: El diseño de los elementos de cohesión en este tipo de series es una tarea complicada, puesto que en definitiva agrupa la complejidad de elaboración de los dos primeros tipos expuestos: Las escalas de agregación y por lo tanto las geográficas no suelen coincidir entre los distintos mapas que conforman la serie al igual que sucede con los rangos de información temática por lo que el diseño de la leyenda debe ser cuidadoso y procurar establecer valores significativos que apoyen la interpretación. Su empleo está menos extendido debido a la dificultad tanto de su concepción como de su lectura, sin embargo permiten la síntesis de una gran cantidad de información temática en secuencias temporales muy amplias y con distinta escala de trabajo lo que, para ojos expertos, supone una fuente de información incalculable.

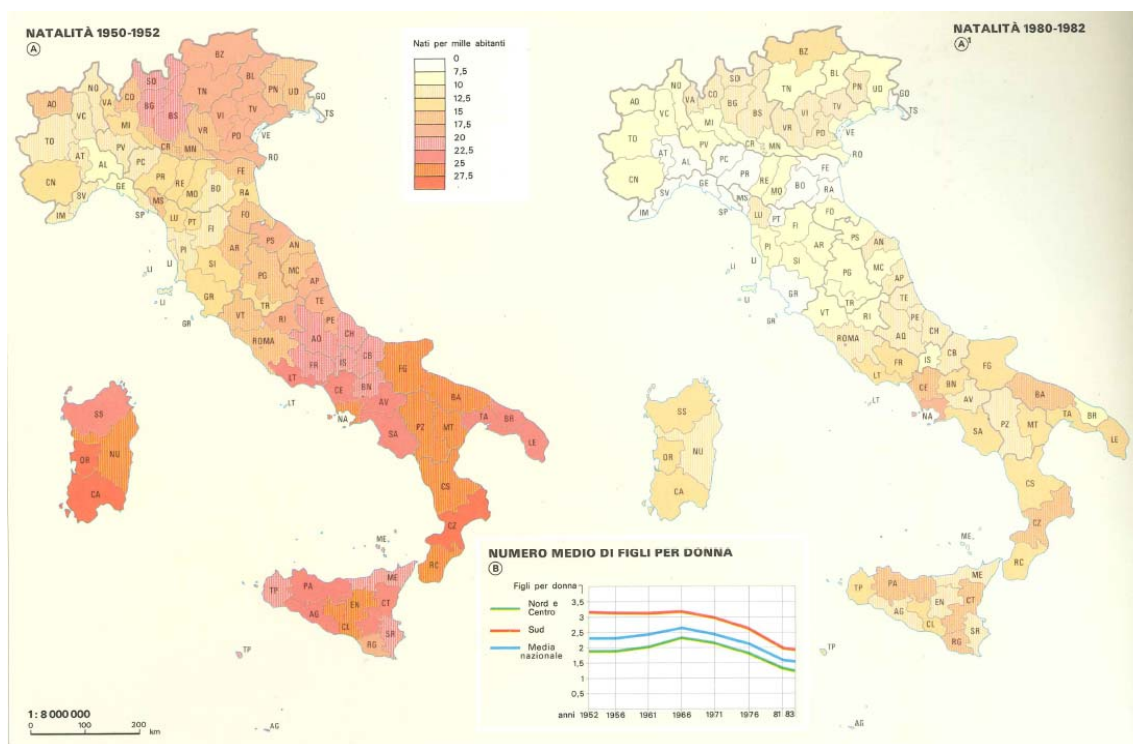
3.2.3.2. Una necesidad ineludible: la comparación

La exigencia básica de las series cartográficas reside en la posibilidad de realizar una lectura conjunta de la totalidad de los mapas que la forman. Aunque la interpretación individual se ve supeditada a la general tratando de buscar conclusiones que permitan más profundidad en el estudio de las variables representadas, lo cierto es que la verdadera ventaja reside en la posibilidad de comparar los mapas. A ella se añade la potencialidad de analizar las diferencias existentes entre cada una de las fechas representadas, asumiendo que la búsqueda de los factores que las provocan es uno de los principales cometidos de la Geografía de la Población. Es posible además establecer los criterios que han marcado la evolución de los indicadores representados.

El elemento crucial para poder asegurar la lectura conjunta es la leyenda, aun asumiendo que no es siempre posible utilizar una única válida para toda la serie; ésta deberá mantener la posibilidad de comparación, por lo menos a un nivel elemental, entre los distintos mapas integrantes.

La concepción teóricamente ideal para una serie cartográfica consiste en diseñar una discretización, tanto de la variable real como de la variable visual utilizada para la codificación, que pueda considerarse válida para todos los mapas, de forma que la comparación entre los mismos sea absoluta. La serie de mapas referente a la Tasa Bruta de Natalidad en Italia en dos fechas: 1951-53 y 1980-82 (*Vid. Mapa 3-9*) es un ejemplo que refleja esta concepción ideal: dos mapas codificados a través de una sola leyenda.

La visualización de los mismos puede llevar a pensar que no están representando la misma variable puesto que la leyenda secuencial, que utiliza el tono partiendo del amarillo para llegar de forma degradada hasta el rojo, configura dos realidades muy distintas: la primera representando la Italia de los años 50 condicionada por un proceso de transición demográfica que ya había hecho descender la mortalidad hasta cifras cercanas al 10 por mil pero que aun mantenía altas tasas de natalidad próximas al 20 por mil. Sin embargo el segundo mapa muestra un país moderno, demográficamente hablando, donde las Tasas de Natalidad se presentan por debajo del 10 por mil para el conjunto del país y son incluso inferiores al 7,5 por mil en algunas de las provincias italianas. Ambos mapas comparten la leyenda, situada en el centro para permitir una lectura más cómoda, de manera que el color anaranjado que representa una tasa de natalidad entre el 15 y el 17,5 por mil es aplicable a ambos mapas, por lo que se puede deducir que en Ferrara en 1950-52 y Caserta en 1980-1982 nacieron el mismo número de niños por cada mil personas.



Mapa 3-9: La Tasa de Natalidad en Italia 1989-1992, (TCI, 1989-1992)

Pero lo cierto es que no siempre es posible diseñar una leyenda capaz de representar todo el rango que se abarque en la serie, esto resulta especialmente difícil al trabajar con escalas diferentes o con componentes de una variable cuya distribución estadística no sea homogénea. Es por eso que opciones intermedias pueden ser válidas si aseguran la posibilidad de que exista una comparación mínima entre las cartografías, lo que puede lograrse combinando las siguientes técnicas:

- Empleo de métodos de discretización manual en las que se seleccionen tanto intervalos significativos para el conjunto como puntos de ruptura relevantes para cada uno de los mapas particulares.
- Utilización de la misma gama de color en todas las leyendas de forma que subjetivamente el lector asocie los mapas, asumiendo que de alguna manera están relacionados. Además es conveniente que el mismo color tenga un significado similar en cada uno de los mapas, aunque las cifras no sean exactamente las mismas el color intermedio puede incluir en todos los casos los valores que circundan la media.
- Resalte de elementos comunes aunque no sean los mismos como la media, los máximos, mínimos, valores neutros...

El Atlas Americano de la Geografía de la Diversidad, realizado para el US Census Bureau por Brewer y Suchan en 2001 basándose en los datos del censo estadounidense de 2000, presenta series cartográficas para las que no ha sido posible diseñar leyendas conjuntas para los mapas que incluyen, las cuales se enmarcan en el tipo 3 puesto que representan los distintos componentes de la diversidad racial norteamericana: blancos, afroamericanos,

asiáticos, indios americanos/nativos de Alaska o nativos hawaianos o de otras islas del Pacífico (Vid. Mapa 3-10, Mapa 3-11, Mapa 3-12, Mapa 3-13 y Mapa 3-14) (Brewer y Suchan, 2001). Al margen de la controversia que pueda ocasionar la temática, la utilización de leyendas que permiten la comparación entre mapas a un nivel muy básico resulta interesante. Se parte de la base de que no es posible diseñar una leyenda común que pueda abarcar toda la amplitud de datos que presenta la distribución: desde el 99.9 por ciento de población blanca hasta el 0.0 por ciento de la población nativa hawaiana o de otras islas del Pacífico en la mayoría de condados. Con un rango que abarca prácticamente el 100 por cien de la variable, se opta por realizar leyendas individuales para cada serie procurando que cumplan tres características (Brewer, 2001; Brewer y Suchan, 2001):

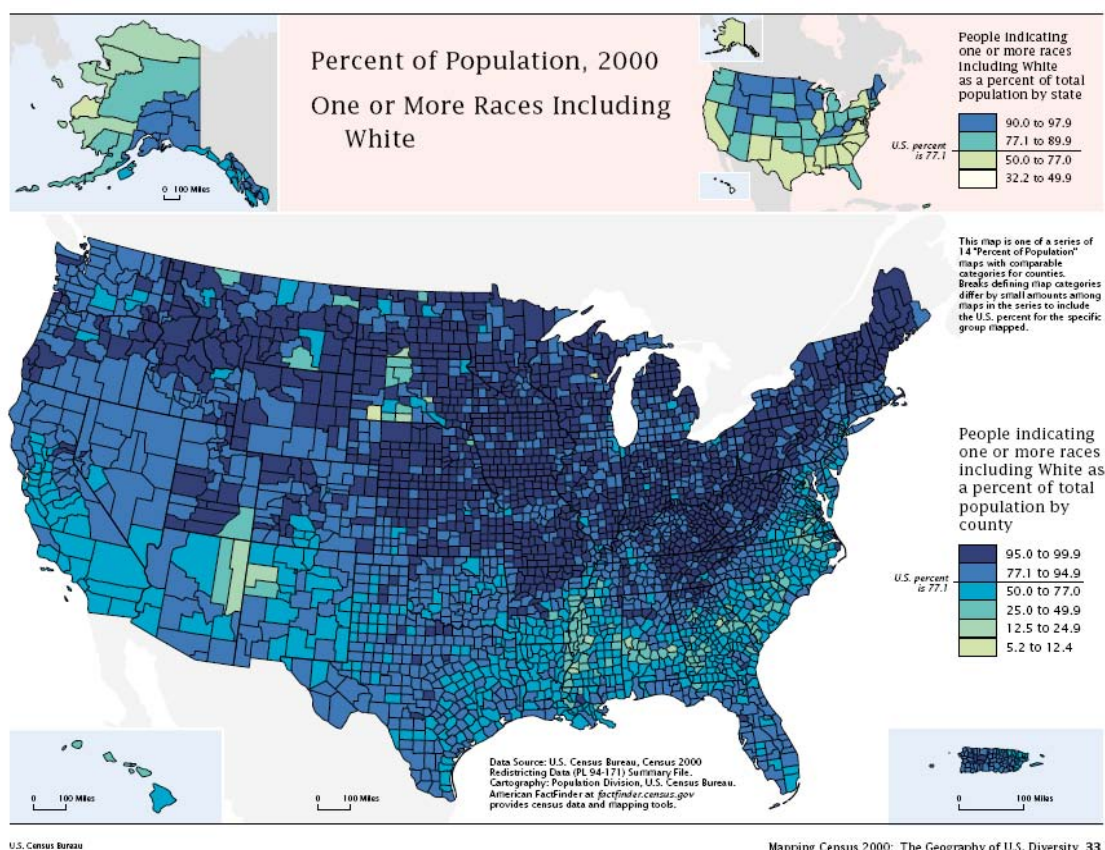
- *El empleo de puntos de ruptura significativos*
- *El uso de cifras de ruptura con número redondos*
- *El uso compartido de cifras de ruptura entre mapas para ayudar a la comparación.*

Conviene comentar de forma somera al menos una de las propuestas que las autoras plantean en esta publicación (Vid. Figura 3-15) en la que se reflejan las características mencionadas y se obtiene mayor grado de comparación a través de diversas acciones. La primera consiste en utilizar los porcentajes compartidos por todas las distribuciones (25 – 49,9 por ciento) como uno de los intervalos en todas las leyendas y le aplica el mismo color en todas ellas, consiguiendo un punto de referencia común. Por otro lado se indica en negrita la cifra que corresponde a la media nacional para cada componente de la diversidad, y se pone de relieve con la aplicación de una línea que indica que intervalos están por encima y cuales por debajo, lo que apoya la comparación relativa entre cartografías. En caso de no existir ningún elemento en un intervalo, ya sea por ser cifras muy elevadas o muy escasas se procede a omitirlo de la leyenda, aunque aparezca en otros mapas de la serie, es el caso de las cifras por encima de 95 por ciento y por debajo de 0,2 por ciento, lo cual en realidad puede generar en el lector la sensación de que no está utilizando una leyenda común, pero se adapta a las características de cada documento cartográfico individual.

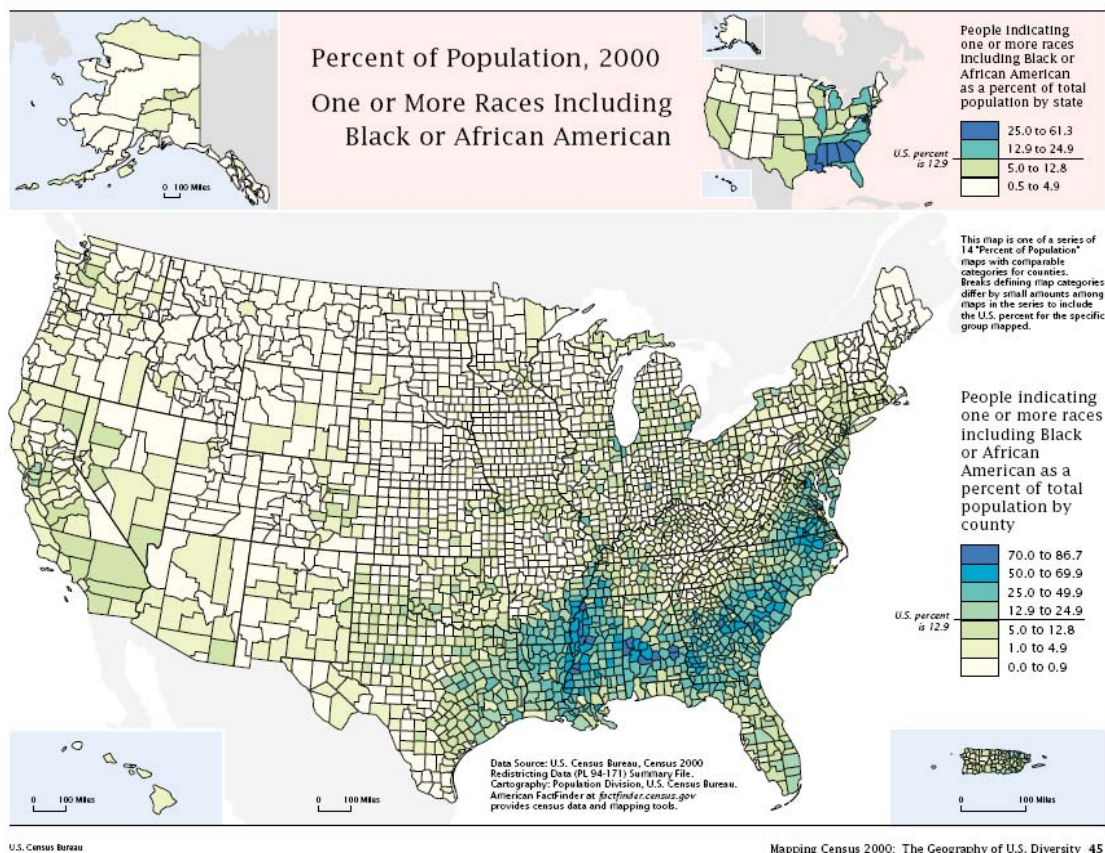
3.2.3.3. Ventajas y limitaciones

El uso de series cartográficas para representar variables a lo largo del tiempo o a diferentes escalas es una opción que favorece un análisis más completo de los fenómenos, la información es sintetizada de una forma distinta a la utilizada para cartografías únicas pero favorece la percepción no solo de los hechos sino de los procesos que generan y derivan de esos hechos.

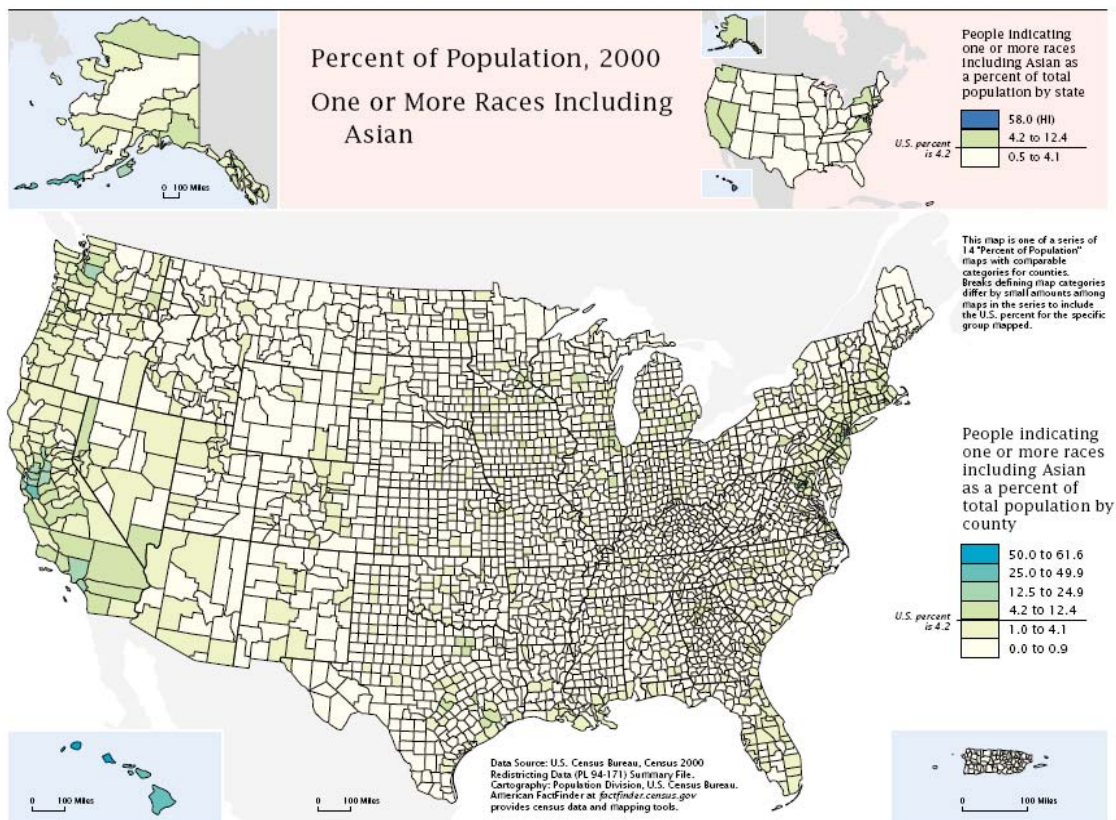
La inversión en tiempo y esfuerzo que requiere la concepción de una serie cartográfica es considerablemente más elevada que el demandada por un conjunto de mapas individuales. Empezando por la selección de la variable, de las fechas significativas, de los posible periodos de evolución o de las escalas adecuadas, siguiendo por el análisis de la distribución



Mapa 3-10: Porcentaje de población de una o más razas incluyendo la blanca, (Brewer y Suchan, 2001).



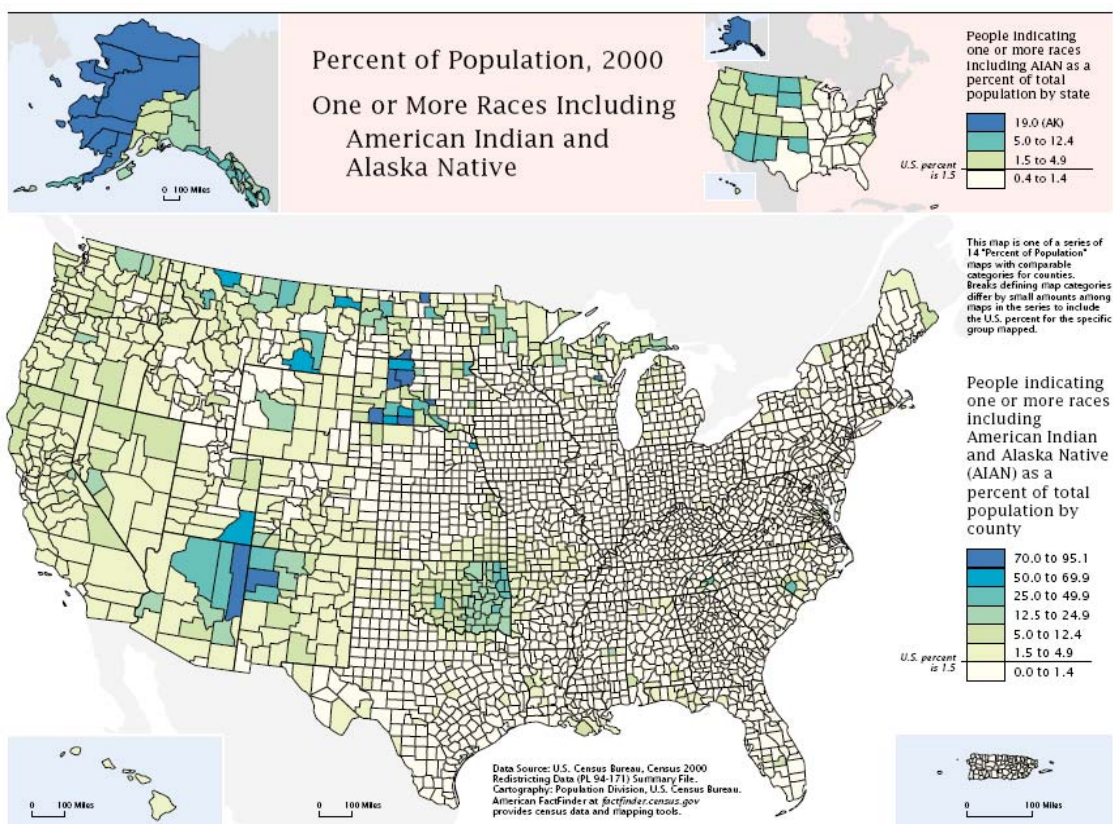
Mapa 3-11: Porcentaje de población de una o más razas incluyendo la afroamericana, (Brewer y Suchan, 2001).



U.S. Census Bureau

Mapping Census 2000: The Geography of U.S. Diversity 69

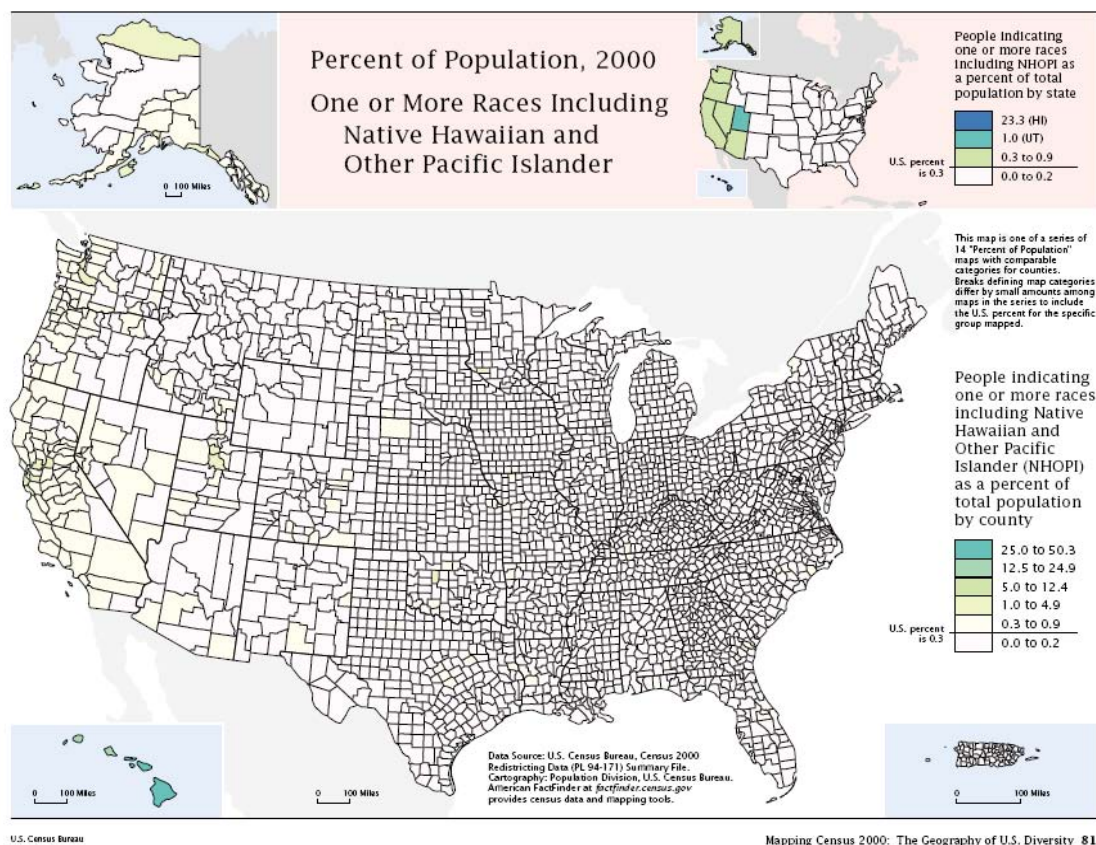
Mapa 3-12: Porcentaje de población de una o más razas incluyendo la Asiática, (Brewer y Suchan, 2001).



U.S. Census Bureau

Mapping Census 2000: The Geography of U.S. Diversity 57

Mapa 3-13: Porcentaje de población de una o más razas incluyendo los indios americanos y los nativos de Alaska, (Brewer y Suchan, 2001).



Mapa 3-14: Porcentaje de población de una o más razas incluyendo los nativos hawaianos y de otras islas del Pacífico, Atlas de la diversidad, 2001.

Generalized legend caption:

People indicating one or more races including [group] as a percent of total population by county

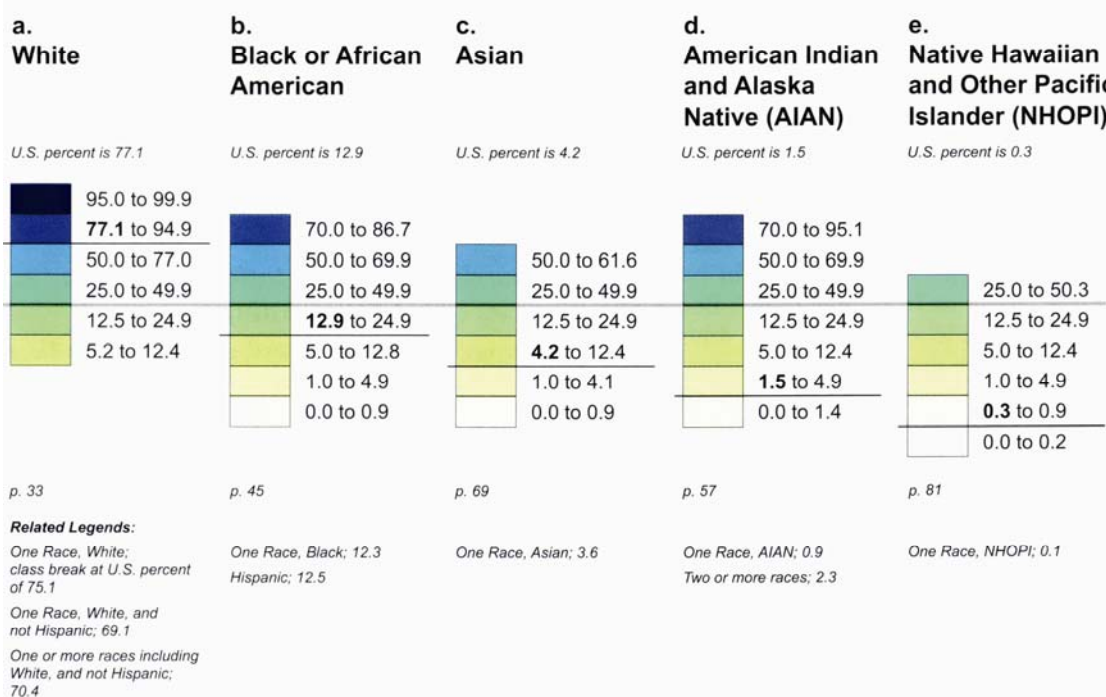


Figura 3-15: Ejemplo de leyendas para la serie "Porcentaje de población" (Brewer, 2001)

estadística de los datos y acabando por la discretización y concepción de la leyenda todo ello supone un gasto de recursos adicional que debe estar justificado por los resultados que se obtengan. Éstos no siempre responden a las expectativas originales por lo que es importante calibrar las posibilidades que una determinada variable tiene respecto a poder ser cartografiada en forma de serie.

En cualquier caso, la responsabilidad de dicha decisión debería recaer sobre el geógrafo, su conocimiento tanto de las variables reales como del código cartográfico le permite valorar si merece la pena sacrificar la representación óptima de cada uno de los mapas para conseguir una visión de conjunto que permitan análisis más profundos. Debe tenerse en cuenta que aun cuando una lectura combinada reportara ventajas, existen variables cuya distribución ya sea a lo largo del tiempo, por el cambio de escala o por un reparto descompensado entre sus componentes genera leyendas compartidas tan forzadas que el tratamiento seriado puede resultar una equivocación que impida la lectura individual y no aporte las ventajas de la interpretación conjunta.

La extracción de los mapas individuales del conjunto de la serie se considera una equivocación, y es otra de las limitaciones que tiene este tipo de organización cartográfica. Fuera del mismo no posee todas las potencialidades de representación que podrían haberse obtenido en caso de un diseño de leyenda ajustado a sus propias características, y en general los mapas parecen anodinos y poco expresivos.

Una de las grandes limitaciones del empleo de las series se presenta ligada al proceso de recepción de la información. Se requiere del usuario final una mayor dedicación de tiempo y capacidad de concentración y abstracción debido a la cantidad ingente de datos que pueden llegar a sintetizarse en una serie cartográfica, los cuales se ven incrementados notablemente cuanto mayor sea el número de mapas en la misma. La lectura se sitúa en niveles más complejos de comprensión, que exigen del lector una atención especial, éste debe estar interesado en extraer el conocimiento que la decodificación cartográfica puede ofrecerle debido al elevado esfuerzo intelectual que requiere la comprensión de toda la serie.

3.2.3.4. Algunas soluciones cartográficas mediante series

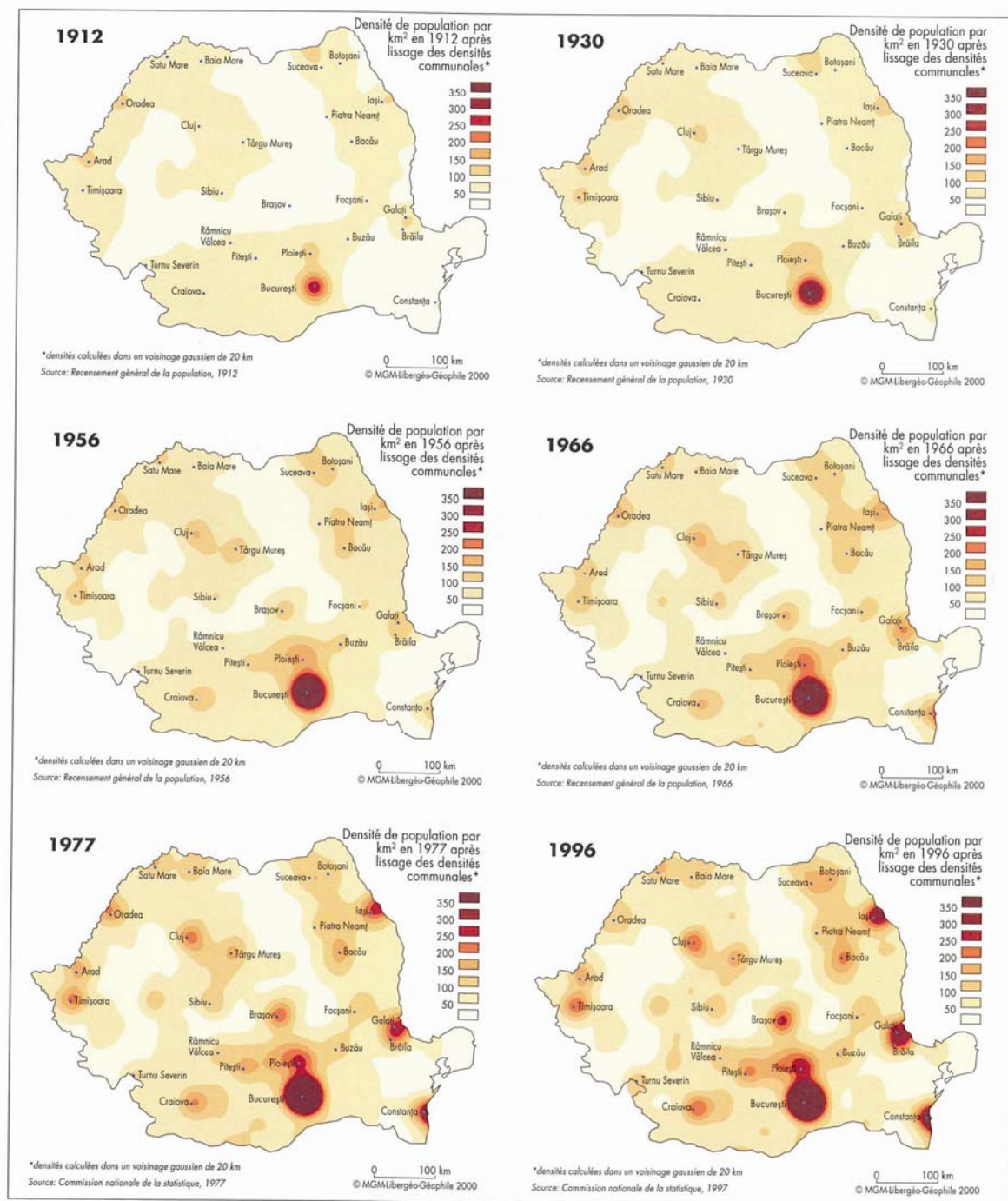
No se ha querido acabar este apartado sin traer a colación algunos ejemplos del modo en el que las series de mapas son empleados en Atlas y otros documentos de recopilación cartográfica, para lo cual se han seleccionado cuatro casos con características diferentes:

3.2.3.4.1. *Atlas de la Roumania, La dinámica de la Densidad de Población (Rey, 2000)*

La serie que se presenta (*Vid. Mapa 3-15*) está formada por seis mapas y se puede considerar como un ejemplo puro del **tipo 1** descrito previamente ya que refleja una misma variable, la densidad de población, en seis fechas diferentes que abarcan la práctica totalidad del siglo XX: 1912, 1930, 1956, 1966, 1977 y 1996. La elección del año 1996 está justificada por su condición de fecha más cercana al momento de la publicación, el resto corresponden con

años censales, aunque no acaben en 0 o 1 tal y como aconseja la ONU. El primer censo rumano se realizó en 1859, no obstante el primero del siglo XX fue el realizado en 1912. [National Institute Of Statistics of Romania, recurso web]

La dynamique de la densité de population au cours du xx^e siècle



Mapa 3-15: Atlas de la Roumanie, La dinámica de la densidad de población (Rey, 2000).

La variable representada, aunque el título la denomine dinámica de la densidad de población, es la Densidad de Población por km² normalizada por la Población Municipal y calculada según un radio de vecindad de 20 km. En cada fecha se refleja la situación de la

densidad de forma estática ya que no recurre a la utilización de cálculos de variación, probablemente dada la heterogeneidad de los periodos considerados.

La principal característica de la serie consiste en utilizar una misma leyenda para adaptarse a todos mapas lo que garantiza la posibilidad de comparación absoluta entre ellos. Tanto la discretización de la variable real como la de la variable visual tono es utilizada por igual a lo largo de la serie.

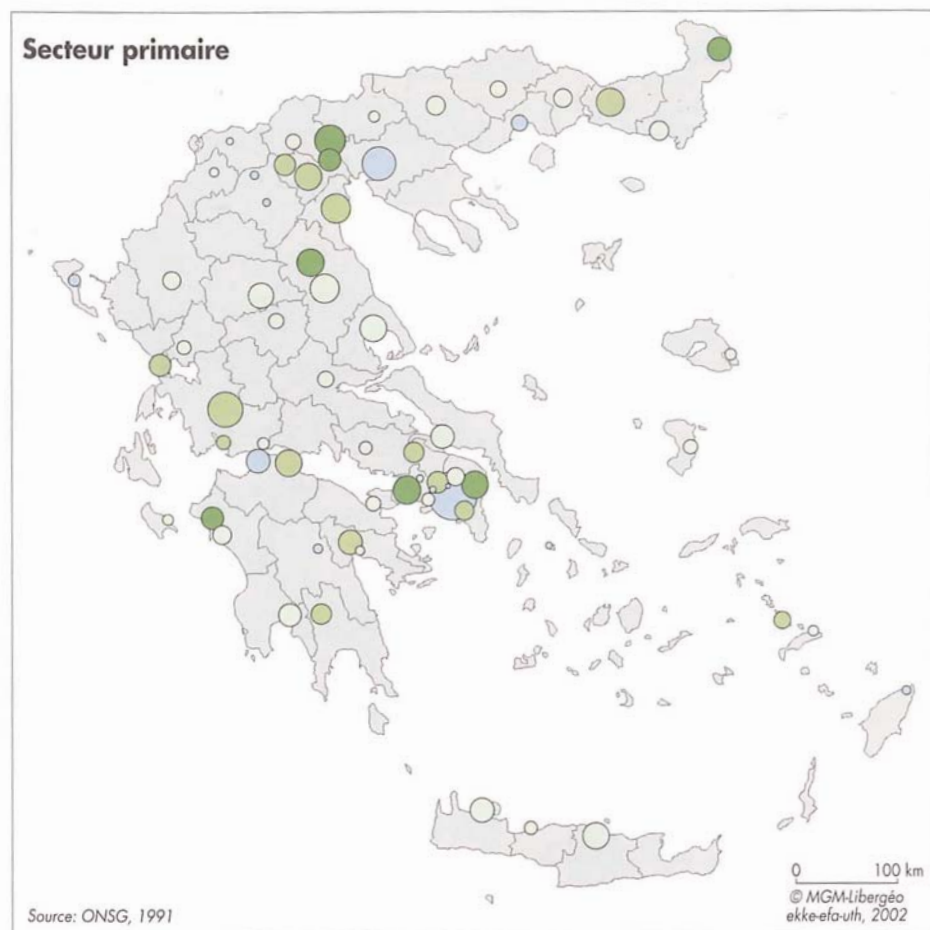
Cabe destacar que todos los elementos requeridos en cartografía, no solo la leyenda, también la escala, fuente, fecha de elaboración... se repiten en cada uno de los mapas individuales a pesar de que la disposición de los mismos en el atlas del que forma parte no lo requiere. Esta circunstancia se debe a la previsión del autor frente a la posibilidad de que alguno de los mapas sea extraído del conjunto, ya sea por escaneado o fotocopia. Incluyendo los elementos cartográficos en cada una de las cartografías será posible realizar su lectura de forma independiente a la serie.

La utilización de un tipo de implantación que podría considerarse como de 2,5 dimensiones, también conocidas como superficies estadísticas, soluciona la problemática de cambios territoriales que se han producido a lo largo del tiempo puesto que resulta independiente de la delimitación administrativa de cada momento lo que evita el trabajo intermedio de homogenización de las bases, aunque genera otros problemas ligados a las interpolación de los datos puntuales de población, creando espacios de alta densidad que podrían no ser verdad atendiendo a la nube de puntos de referencia y a las características en la organización y distribución de la población. Por ejemplo para el caso francés, podría funcionar sin embargo la distribución española no encaja en este modelo..

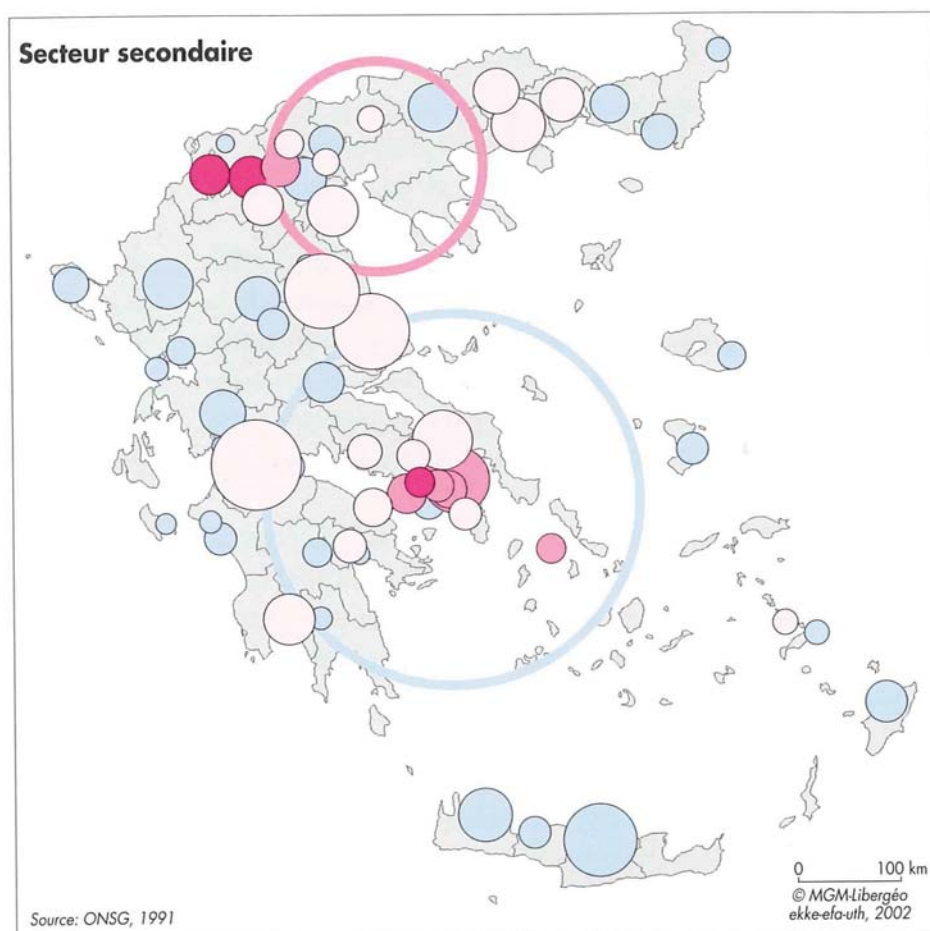
3.2.3.4.2. Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores (Sivignon, 2003)

Esta serie cartográfica compuesta por tres mapas de igual escala (*Vid. Mapa 3-16, Mapa 3-17, Mapa 3-18 y Mapa 3-19*), presenta la distribución de Personas Activas que se encontraban trabajando en cada uno de los sectores económicos en 1991, lo que permite su clasificación como **tipo 3**. Responde a un intento por parte del autor de realizar cartografía comparable en el mayor grado posible, puesto que es un hecho asumido que la distribución de población activa entre los tres sectores no es homogénea lo que dificulta notablemente la tarea.

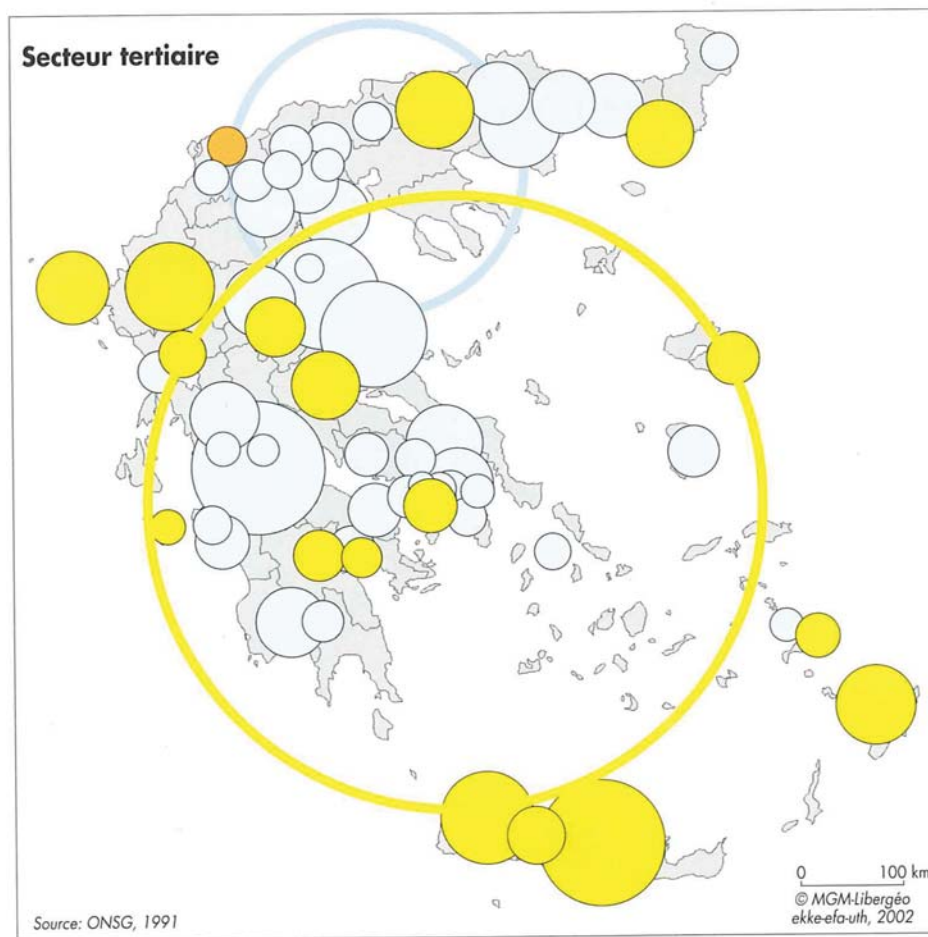
La codificación cartográfica se ha realizado a través de implantación puntual materializada en el empleo de círculos cuyo tamaño es proporcional al número de personas activas durante 1991 en cada una de las ramas económicas que trabajaban en cada una de las nomós, nombre por el que se conoce a las provincias griegas. El intento de utilizar símbolos proporcionales sería válido si los tamaños finales no hubieran resultado tan descompensados. Probablemente el empleo de una gradación volumétrica en vez de superficial hubiera resultado más apropiada.



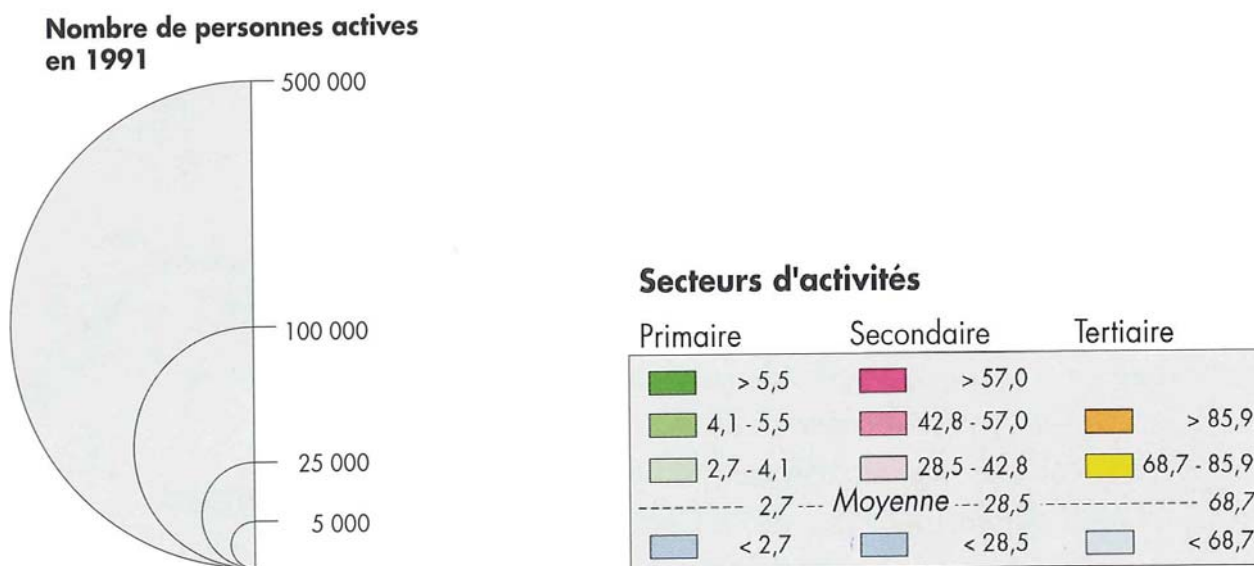
Mapa 3 16: Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores: Sector Primario. (Sivignon, 2003)



Mapa 3 17: Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores: Sector Secundario. (Sivignon, 2003)



Mapa 3 18: Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores: Sector Terciario. (Sivignon, 2003)



Mapa 3 19: Atlas de la Grèce, Actividad económica por sectores: Leyenda conjunta. (Sivignon, 2003)

Se ha intentado minimizar el impacto de una gradación común que genera círculos de tan diferente tamaño vaciando los de mayores dimensiones, de manera que tan solo se perciba el perímetro y se permita la visualización de los elementos geográficos que quedaban ocultos.

La segunda variable, incorporada a la cartografía por superposición, es el porcentaje de población dedicada al sector primario, secundario y terciario, para cada uno de los cuales se reserva uno de los mapas que componen la serie. Esta segunda variable se aplica mediante el color, en primer lugar de forma cualitativa distinguiendo los sectores y en segundo lugar mediante valor indicando la mayor o menor proporción de población activa. La leyenda se estructura en torno a la media nacional de cada sector, para los *nomós* que se encuentran por debajo de la misma se reserva el color azul-gris, mientras que la variación de valor indica la diferencia de porcentaje.

La concepción de estos tres mapas como serie por parte del autor se revela por el hecho de presentar leyendas únicas para los tres, tanto para la variable tamaño como para el color-valor.

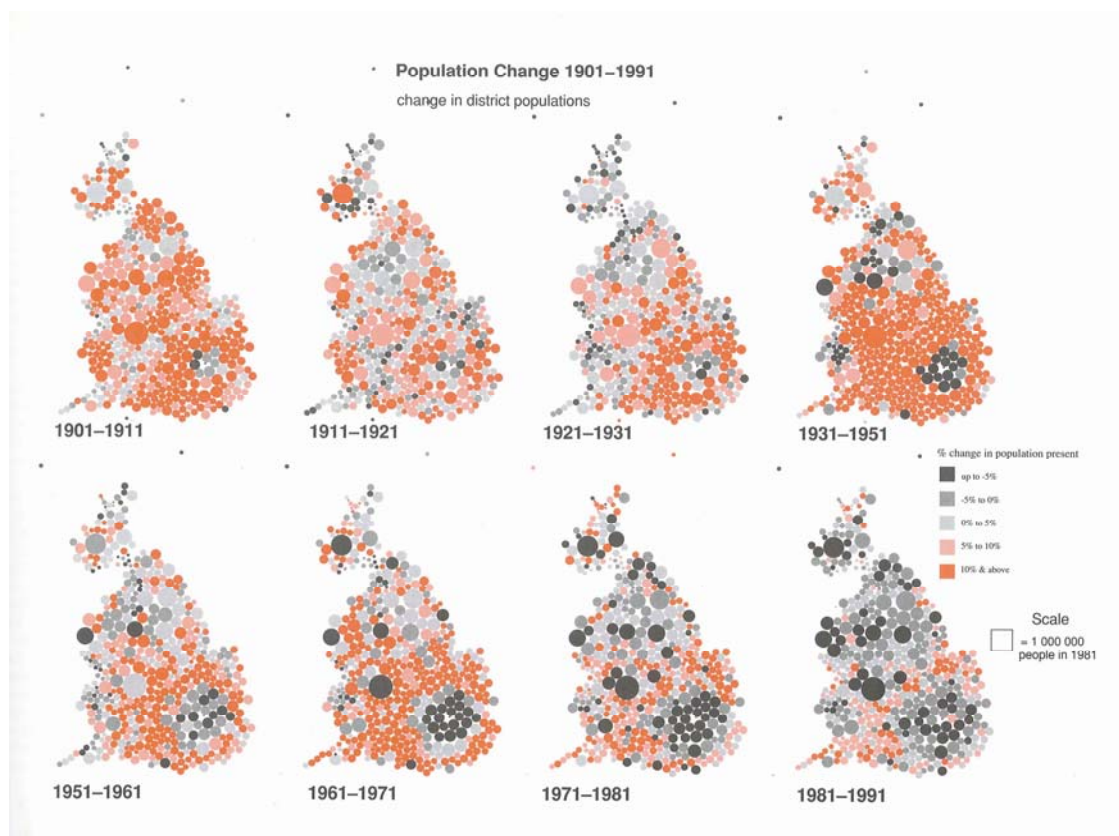
Aun suponiendo un esfuerzo por facilitar la comparación y una lectura conjunta, el resultado reporta tres mapas que sin duda pierden toda su validez fuera del contexto seriado cuya interpretación, incluso en el marco del mismo, requiere un proceso excesivamente complejo de decodificación, especialmente cuando se quieren comparar los valores porcentuales de cada una de las actividades. Cabe mencionar, sin embargo, que el esfuerzo realizado es correcto y se encuentra en el camino de un diseño inteligente para las leyendas de series cartográficas.

3.2.3.4.3. *A new social Atlas of Britain, Variaciones de Población (Dorling, 1995)*

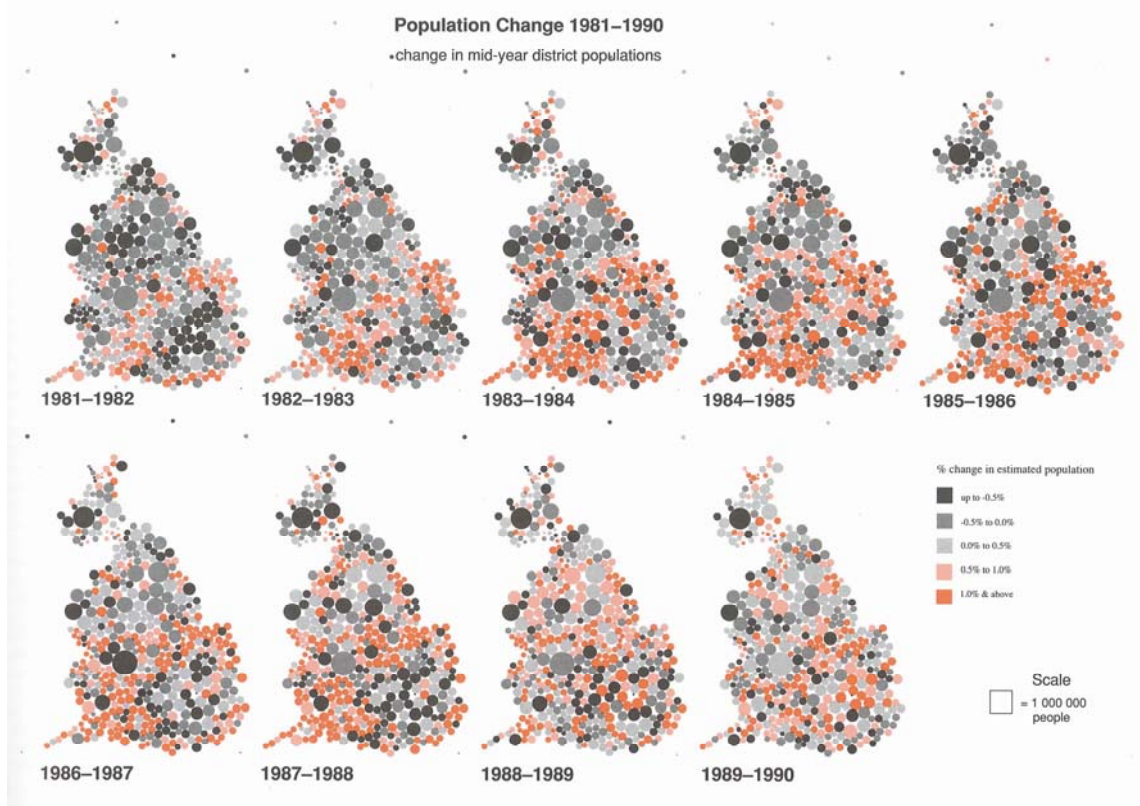
Con independencia de la codificación cartográfica empleada en el siguiente documento (Vid. Mapa 3-20, Mapa 3-21 y Mapa 3-22), que remite al concepto de cartograma a través del cual la información temática no se representa sobre la superficie real sino a través de una graduación de círculos en relación a una variable, esta serie de mapas merece ser expuesta como un buen ejemplo en el diseño de las mismas. En concreto puede considerarse ejemplo de **tipo 4**, según la clasificación anteriormente expuesta. Hay que tener en cuenta a la hora de interpretar esta serie que el tamaño de los círculos pertenece siempre al dato de 1981 lo que podría invalidar la percepción del problema de evolución.

Consta de 19 mapas estructurados en 3 apartados distintos y 2 escalas de agregación: la más detallada que representa los llamados *ward*, es decir subdivisiones de un municipio a efectos electorales y administrativos, mientras que la más generalizada se compone de distritos demográficos.

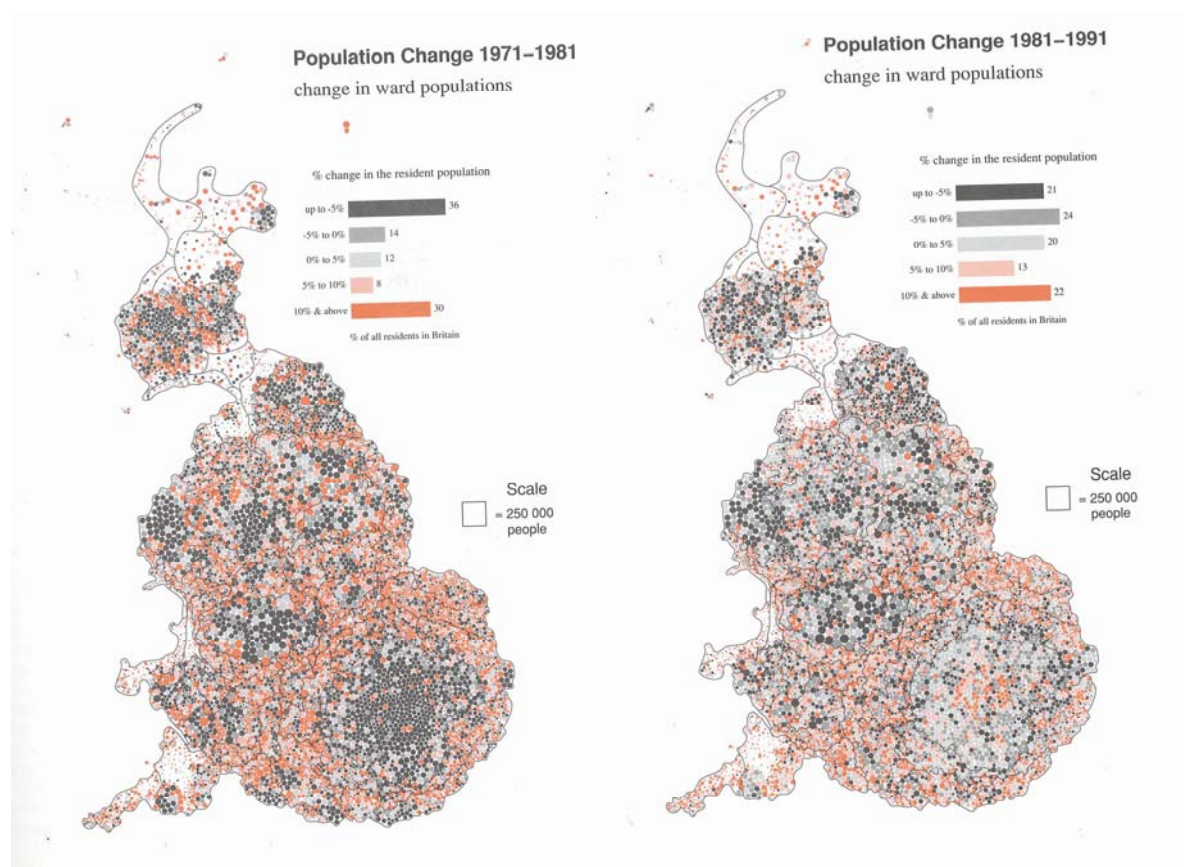
El primer apartado, a escala de distritos, refleja los cambios producidos en la población en periodos regulares de años: 1901-1911, 1911-1921, 1921-1931... hasta 1981-1991 que corresponde con el último censo realizado antes de la publicación del atlas al que pertenece.



Mapa 3-20: *A new social Atlas of Britain*. Cambio de población (distritos) entre 1901-1991 (Dorling, 1995)



Mapa 3-21: *A new social Atlas of Britain*. Cambio de población (distritos) entre 1981-1990 (Dorling, 1995)



Mapa 3-22: *A new social Atlas of Britain. Cambio de población (wards) entre 1971-1981 y 1981-1991 (Dorling, 1995)*

El segundo apartado, también a escala de distritos, profundiza en la evolución de la población en los últimos 10 años considerados en la serie, analizando los cambios ocasionados entre pares de años consecutivos: 1981-1982, 1982-1983... hasta 1989-1990 de manera que se centra buscar los matices evolutivos que podían quedar difuminados en el primer apartado. Los dos últimos mapas que conforman el tercer apartado, se presentan a escala de ward, es decir, con un nivel de detalle notablemente superior y tan solo para dos periodos de tiempo: 1971-1981 y 1981-1991, que abarcan un recorrido de 20 años.

La codificación cartográfica se ha realizado mediante una aproximación a la implantación puntual graduada por tamaño sobre la que se ha superpuesto la aplicación del valor en una leyenda divergente. La principal virtud de esta serie reside en el diseño de su leyenda, aunque la tarea debió resultar compleja, se consiguió alcanzar una solución de compromiso entre un nivel de generalización evidente puesto que tan solo se incorporan 5 intervalos y una elección de cifras significativas para el conjunto.

Tal y como se ha mencionado, se trata de una leyenda divergente en torno al valor de crecimiento demográfico nulo que maximiza las posibilidades de impresión en tan solo dos colores: negro y rojo: la variación de valor de gris a negro codifica los valores de crecimiento positivos y la variación de valor de los rojos las evoluciones negativas. El resalte visual de esta última es mayor por lo que se puede intuir una concepción semiológica a la serie que focaliza la atención en lo que pueden considerarse zonas con una problemática más acusada.

La leyenda ha sido incluida tan solo una vez por cada apartado, probablemente puesto que no se presupone un interés por la lectura y utilización individual de los mapas.

La limitación principal en esta serie viene de la mano del cálculo de variaciones de población puesto que se ha realizado a través de porcentajes simples, que permiten la comparación absoluta entre los mapas que pertenezcan al mismo apartado, pero no la garantizan entre la cartografía de los distintos apartados.

3.2.3.4.4. *Atlas d'Iran, Evolución de la población total (Hourcade et al., 1998)*

Antes de comenzar el comentario debe mencionarse que no estamos ante una serie cartográfica (*Vid. Mapa 3-23 y Mapa 3-24*), aunque durante el mismo se denomine de esta manera para simplificar el discurso. Los motivos por los cuales no se puede considerar una serie se exponen durante la explicación pero se reducen a que los mapas, aun compartiendo variables reales y un modelo similar de codificación no permiten la comparación directa entre los distintos mapas, puesto que las escalas de graduación y discretización aplicadas sobre las variables visuales no son las mismas. Se considera como un buen ejemplo de cartografía que si bien no es comparable permite completar el análisis individual de los mapas ofreciendo una visión longitudinal de la variable a través del tiempo. En Geografía de la Población no siempre es posible diseñar leyendas u organizaciones seriadas respecto a las variables demográficas pero eso no inhabilita el empleo de mapas que se puedan considerar complementarios.

La serie, que presenta la evolución de la población total entre diversos periodos de tiempo, muestra una estructura compleja: está compuesta por cuatro mapas, pero dispone de tres escalas geográficas diferentes, asumiendo que el espacio destinado a cada mapa es proporcional a la importancia que este presenta en el marco de la serie se puede asumir que la jerarquía es la siguiente: Evolución de la población entre 1986-1991 que corresponde al mapa más actual, seguido del mapa que hace referencia a la evolución entre 1966 y 1986 para acabar con los otros dos mapas que remiten a los dos periodos en los que se divide este último: la evolución entre 1966-1976 por un lado y 1976-1986 por el otro.

Probablemente la principal característica es que solo una de las variables reales es compartida por los cuatro mapas: el saldo absoluto de crecimiento demográfico, cuya representación mediante implantación puntual graduada por tamaño se observa en toda la serie, si bien es cierto que posee una graduación diferente en cada uno de los mapas, probablemente debido a la diversidad de escalas utilizadas, lo que imposibilita la comparación directa.

En la totalidad de la serie se aplica por superposición una segunda variable: el Porcentaje de Crecimiento cuya formulación coincide en los tres primeros casos, sin embargo el mapa más actual utiliza, de forma muy acertada, tasas de crecimiento anuales debido a que el periodo de tiempo es diferente: en los primeros casos se trata de un periodo de 20 años dividido en dos subperiodos de 10 años por lo que se mantiene la formula de evolución

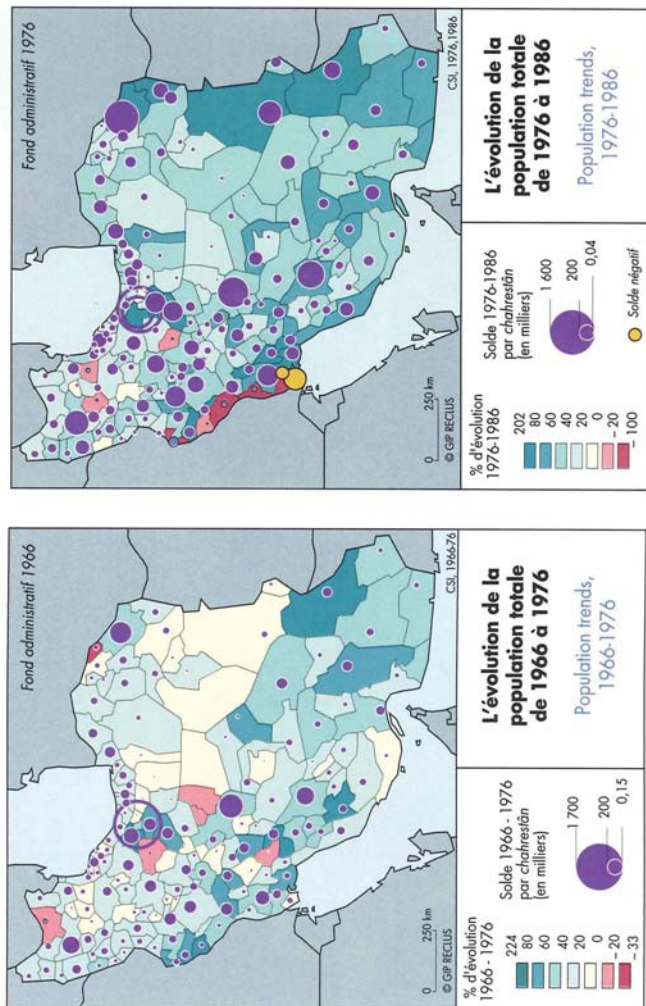
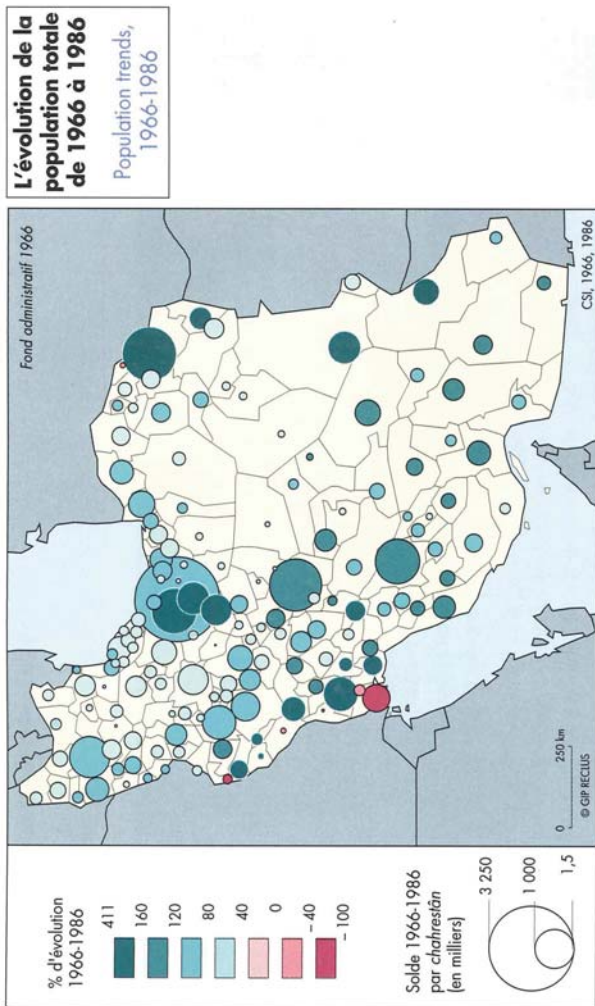
demográfica pero el mapa correspondiente a 1986-1991, presenta un intervalo de tiempo de 6 años que dista de ser un número redondo que es la razón presupuesta para la elección de un cálculo porcentual.

Reduciendo el comentario a los tres primeros mapas se puede percibir que la evolución 1966-1976 utiliza una forma diferente de superposición: se aplica la segunda variable sobre la implantación puntual pero en los otros dos, de dimensiones más reducidas, se vale de implantación superficial sobre los límites administrativos. La justificación probablemente venga de la mano de su menor tamaño que impediría una correcta visualización al utilizarse el color sobre el tamaño de los círculos, que serían demasiado pequeños.

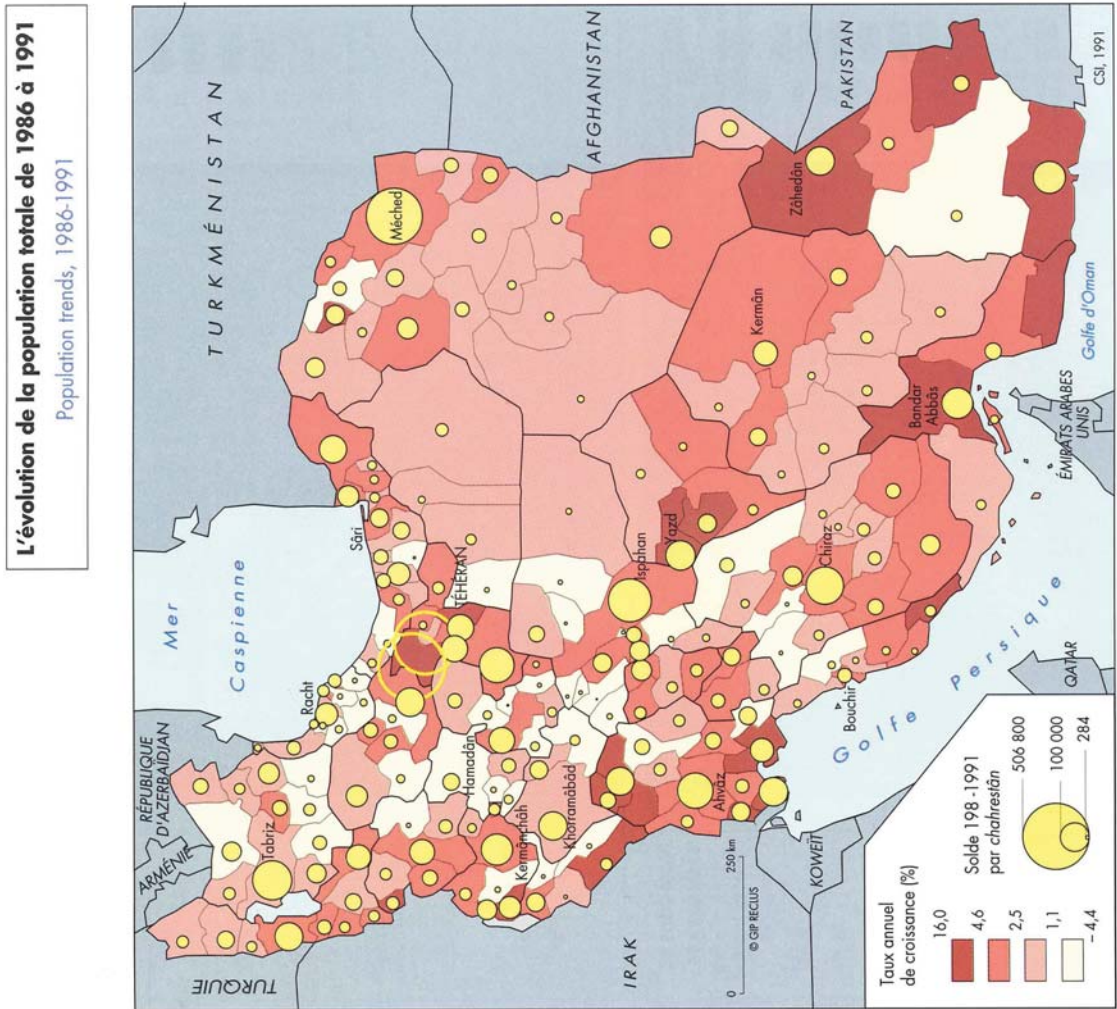
Este primer mapa emplea una leyenda diferente a la usada en los dos segundos, sin embargo el grado de comparación básica se mantiene debido a la selección acertada de intervalos: en ambas leyendas se considera como un punto de ruptura importante el cero, la ausencia de crecimiento positivo o negativo, y se establece una leyenda divergente de valores en torno a esta cifra. (Mencionar que el intervalo representado en rosa claro por encima de cero en el mapa 1966-1986 se considera un error de imprenta, lo más probable es que correspondiera con un blanco o un azulado.) También son compartidos algunos de los puntos de ruptura entre intervalos, como son el 40 y el 80 por cien, cifras que permiten una comparación aproximada del crecimiento.

Resulta curioso observar que la segunda variable representada en el mapa 1986-1991 no se aplica a la implantación puntual si no sobre la superficie de las entidades administrativas y además utiliza una gama de valores diferente. Aún asumiendo que esa codificación no es correcta por motivos expuestos repetidamente a lo largo de esta tesis doctoral, el razonamiento lógico para optar por esta solución sería el mismo que el utilizado para los mapas 1966-1976 y 1976-1986, no obstante ésta queda invalidada debido a que las dimensiones de la cartografía son superiores incluso a las del primer mapa. Por lo tanto puede suponerse la intención del autor de conseguir el reconocimiento por parte del lector de que existe alguna diferencia importante en este último mapa, y de hecho la hay y no solo una. Tal y como se ha mencionado éste es el mapa considerado como más importante debido a que se le ha otorgado más espacio y además representa una segunda variable ligeramente diferente a las expuestas en los mapas anteriores, lo cual no debe pasar desapercibido, y esta es una forma de ponerlo de manifiesto.

Un último comentario acerca de las peculiaridades de esta serie: obsérvese que los tres primeros mapas indican cual es el año de referencia de la base cartográfica empleada, de lo que se deducen cambios en las mismas a lo largo del tiempo, siendo ésta una de las consecuencias del amplio rango temporal que caracterizaba las variables demográficas.



Mapa 3 23: Atlas d'Iran Evolución de la población total de 1966-1986. (Hourcade et al., 1998)



Mapa 3 24: Atlas d'Iran Evolución de la población total de 1986-1991. (Hourcade et al., 1998)

3.2.4. Especificaciones al proceso cartográfico aplicado a las variables demográficas en el entorno de trabajo SIG

El capítulo anterior se ha dedicado en exclusiva a describir las diferentes fases del proceso de diseño y elaboración cartográfica, el cual es de aplicación universal siendo independiente de la temática a la que sea aplicado. No obstante los distintos ámbitos de estudio tienden a repetir patrones cuando se trata de realizar cartografía lo cual se manifiesta con más intensidad en dos de las fases principales del proceso: en la elección y tratamiento de los componentes de la cartografía y en el propio proceso de codificación temática. Es por esto que se dedicarán los siguientes apartados a repasar brevemente los modelos más utilizados durante el cartografiado de las variables demográficas.

3.2.4.1. Elección y tratamiento de los componentes de la cartografía

Como se recordará los dos componentes de la cartografía temática son la base espacial y la información temática, sobre cada uno de ellos se expondrá las pautas generales utilizadas para el cartografiado de variables demográficas.

3.2.4.1.1. La base espacial

Los estudios de carácter geodemográfico que requieren la utilización de cartografía acostumbran a utilizar bases espaciales creadas por las Agencias Nacionales de Cartografía, debido a que la complejidad de su confección tiende a alcanzar un grado tan elevado que su elaboración *exnovo* supondría una inversión en tiempo prácticamente equivalente a la realización de la cartografía propiamente dicha y porque las Agencias Nacionales de Cartografía son las que tienen las competencias para definir los límites oficiales.

Habitualmente se trata de **bases de tipo vectorial** en las que los objetos espaciales representan entidades administrativas, cualquiera que sea el nivel de agregación, debido a que estas constituyen las unidades básicas de recogida de información demográfica (Harris *et al.*, 2005). Los elementos más utilizados son los puntuales y superficiales, sin embargo mapas muy específicos pueden requerir también el empleo de elementos lineales.

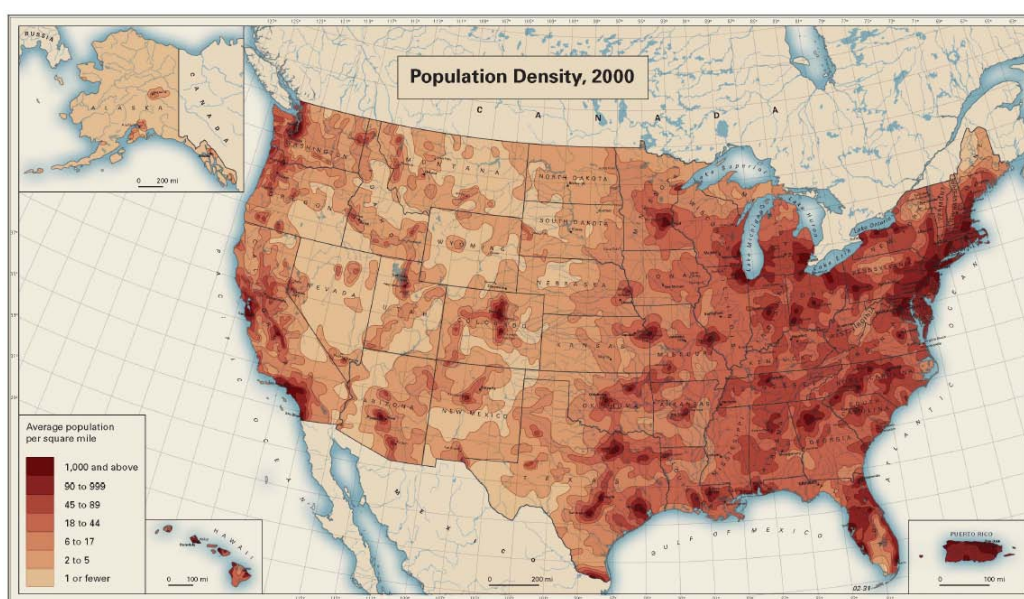
Las **capas superficiales** son las de uso más frecuente puesto que definen los límites del territorio correspondiente a cada una de las unidades administrativas, su precisión está más ajustada a la realidad cuanto mayor sea la escala de trabajo.

Las **capas de puntos** simbolizan asentamientos que se han configurado como capital o centro neuronal de las entidades y se georreferencian respecto a las coordenadas de edificios emblemáticos dentro de las misma como son el ayuntamiento o la iglesia; otra opción en el marco de las capas puntuales es la utilización del centroide del polígono que representa la superficie de la entidad.

Se reserva el uso de las capas de **elementos lineales** para la visualización de fenómenos muy concretos en el marco de la *Geodemografía* como son los movimientos migratorios, en

concreto para aquellos mapas en los que figura su dirección. La utilización tanto de capas de puntos como de líneas suele llevar implícita la visualización simultánea de capas superficiales que asumen la capacidad de contextualizar geográficamente el área representada.

Últimamente comienza a ser más frecuente el empleo de tipos de representaciones 2,5 Dimensiones, también conocidas como superficies estadísticas, para representar fenómenos demográficos tales como la densidad de población, lo cual se ha podido observar en la serie de Rumanía presentada anteriormente, y en el mapa presentado a continuación (*Vid. Mapa 3-25*). La corrección metodológica de estas capas basadas en la interpolación realizada en base a elementos puntuales corre a cargo de los autores, pero lo cierto es que es uno de los tipos relativamente modernos de cartografía cuyo uso es cada vez más común.



Mapa 3-25: Representación de la densidad de población a través de implantación 2,5D, (Suchan et al., 2007).

Conviene tener en cuenta que uno de los tipos de representación más comunes para las variables demográficas es la superficial por lo que la elección del **sistema de proyección** tiende a decantarse por proyecciones de tipo conforme, en las que se mantiene adecuadamente las relaciones superficiales. Tan solo cartografías en las que la dimensiones exactas de los trayectos son importantes, por ejemplo en determinados desplazamientos migratorios, se optaría por proyecciones equidistantes, que salvaguardan las correspondencias de distancia (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995; Brewer, 2005).

La posibilidad de trabajo a distintas **escalas de agregación** es una de las características específicas que presentan las variables demográficas y que aporta numerosas ventajas en relación con la posibilidad de analizar las variables a diferente nivel de profundidad (Dent, 1999), por lo que dos consideraciones son importantes respecto a la base espacial: Por un lado resulta recomendable que esté formada por varias capas cada una de las cuales refleje los grados de agregación existentes en la información temática, por otro es conveniente que el

grado de detalle sea adecuado para cada una de las capas, de forma que se eviten representaciones muy detalladas a escala muy pequeña que no faciliten su interpretación correcta.

Las **etapas de edición** de las bases espaciales destinadas a mapas demográficos concentran sus tareas en:

- Los **procesos generalizadores** que permiten el paso entre los diferentes grados de agregación además de facilitar la adaptación de las escalas a los mismos.
- La **actualización constante** demandada por los elementos que conforman las bases cartográficas debido a los frecuentes cambios de nomenclatura y codificación, a las uniones de entidades o a los procesos de segregación de las mismas.
- La certificación de que las **relaciones topológicas** son correctas, impidiendo la superposición de elementos y la existencia de huecos en las bases superficiales así como asegurando la coincidencia entre las diferentes escalas de trabajo. Es importante, en el caso de trabajar de forma simultánea con capas de puntos y de superficies, garantizar que los elementos puntuales están contenidos en los límites marcados por los polígonos.

3.2.4.1.2. La información temática

El desarrollo principal de este apartado ha sido expuesto en el apartado 3.2.1. que hace referencia a las variables demográficas entendidas como la información temática que va a ser codificada para su representación cartográfica, además de a las fuentes utilizadas por la geografía de la población de cara a la obtención de datos demográficos. Por lo tanto solo resta matizar algunos aspectos.

El empleo de variables de tipo fundamental en demografía se reduce al uso de datos absolutos tales como las cifras totales de población que habita un asentamiento o la cantidad de personas que se han desplazado entre dos países en un periodo concreto. Su uso se considera importante puesto que refleja más verazmente la realidad territorial, pero es conveniente la combinación con variables derivadas para la construcción de estudios demográficos completos. Generalmente su recogida interesa en mayor medida puesto que son la materia prima que permitirá generar las variables derivadas que constituyen la mayoría de las variables demográficas seleccionadas para su cartografiado, tal y como se puede observar en el listado anteriormente expuesto. Es común el manejo tanto de indicadores, ya sean tasas, índices o porcentajes; así como las densidades, especialmente útiles para la presentación de distribuciones demográficas. Ciertas operaciones, como los potenciales de población, son utilizadas de cara a obtener cartografía que refleje algunos conceptos complejos cuya percepción escaparía si se recurriera tan solo a indicadores estandarizados.

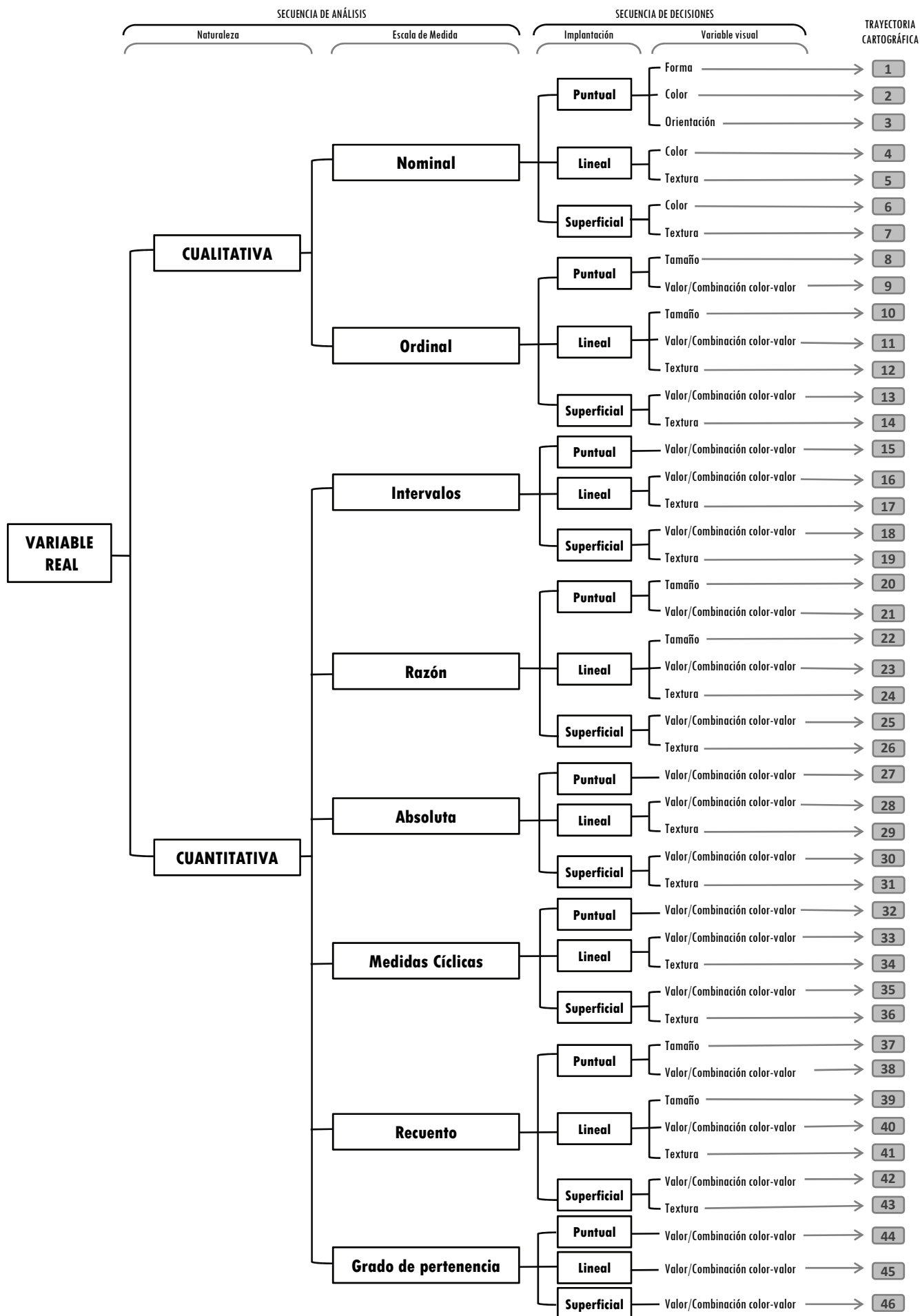
A la hora de configurar la base de datos que recogerá todo el contenido temático en formato tabular es importante comprobar la calidad de la información de entrada así como las correspondencias entre la información temática y la base espacial en todos los aspectos: fechas, cantidad de elementos geográficos existentes, códigos externos, nomenclatura...

3.2.4.2. El proceso de codificación cartográfica

Una de las fases principales del proceso de diseño y elaboración de un mapa temático corresponde con la codificación cartográfica en la que, tal y como ha sido descrito en el capítulo anterior, se pueden distinguir dos bloques de trabajo: la secuencia de análisis y la de decisiones. No tratamos de repetir información ya proporcionada, por lo que simplemente se señalará que la combinación de los elementos analíticos (la naturaleza y escala de medida de los datos) y de los instrumentos de codificación (tipos de implantación y variables visuales) correspondientes a ambas secuencias da lugar a una larga lista de modelos de cartografía posibles. (Vid. Figura 3-16a). El esquema presentado está basado en el publicado por Zanin y Trémélo en su libro *Savoir faire une carte* (Zanin y Trémélo, 2002). Sin embargo ha sido necesaria su reelaboración para incluir todos los parámetros expuestos a lo largo de esta tesis doctoral. Conviene recordar que no todas las combinaciones de elementos analíticos e instrumentos son posibles, hecho al que ya se ha aludido con anterioridad, por lo que tan solo se ha considerado oportuno mostrar aquellas cuya aplicación es correcta o cuyo empleo está extendido.

Ya se ha mencionado que, aunque las reglas que rigen la codificación cartográfica pueden ser aplicadas a cualquier estudio temático, la representación de las variables de cada uno de ellos acostumbra a seguir los mismos patrones, justificados por sus características peculiares. En el esquema (Vid. Figura 3-16b) se ven resaltadas las trayectorias cartográficas de empleo más común en el campo de la demografía, cuya definición y características se considera oportuno estudiar con un grado mayor de detalle.

Estas trayectorias generan mapas en los que aparece una sola variable, tanto real como visual, por lo que se configuran como documentos sencillos expresivos por sí mismos. Sin embargo la combinación de los mismos es posible en algunos casos, generando composiciones cartográficas más complejas y con un mayor potencial de codificación informativa. Ambas opciones serán analizadas en sendos apartados: Mapas univariados y Mapas multivariados, en los que se detallan las alternativas cartográficas más significativas en el marco de la Geografía de la Población, ya sea por su corrección o por su empleo extendido. De este modo el estudio pormenorizado se limita a las trayectorias 6, 18, 20, 22, 23, 25, 27, 30, 37, 39 y 40. Algunas de las tipologías cartográficas resultantes poseen características muy similares por lo que se ha procedido a comentarlas de forma conjunta, tratando de evitar repeticiones.



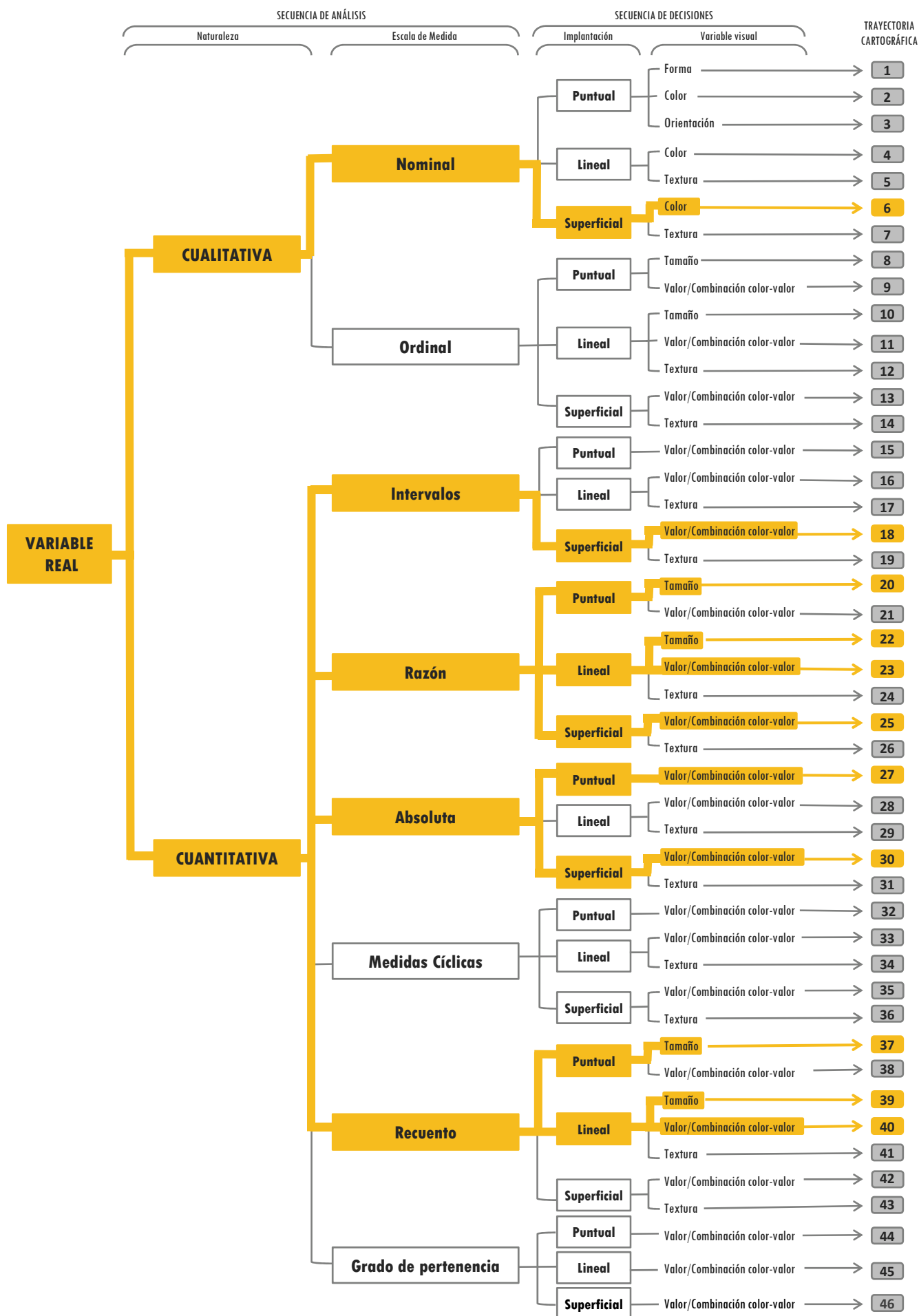


Figura 3-16b: Esquema sintetizado de las trayectorias de codificación cartográfica más empleadas en Geodemografía. Elaboración propia.

Con el objetivo de facilitar la explicación y comparación entre las distintas opciones se han establecido cinco apartados básicos que estructuran el discurso:

- Descripción y empleo en *Geodemografía*
- Ventajas de su uso
- Inconvenientes de su utilización
- Implementación en el marco de los SIG
- Ejemplos

Antes de comenzar el análisis más detallado debe matizarse que el esquema presentado hace referencia tan solo al sistema de trabajo vectorial, por lo que puede parecer que se omiten las estructuras ráster. Lo cierto es que, al igual que sucedía en el capítulo anterior los modelos vectoriales presentan una complejidad mucho mayor por lo que conviene centrar el estudio en los mismos. Por otra parte las similitudes que existen a nivel de cartografía temática entre las representaciones ráster y las vectoriales de tipo superficial, permiten extrapolar los comentarios acerca de estas últimas a los primeros, evitando la necesidad de introducir mayores explicaciones.

3.2.4.2.1. Las trayectorias cartográficas simples: Mapas univariantes

3.2.4.2.1.1 Trayectoria 6: (Cualitativa + Nominal + Superficial + Color)

- **Descripción y empleo en *Geodemografía*:** Se trata de cartografía basada en datos cualitativos cuya codificación se realiza a través de la implantación superficial, que encuentra su máxima potencialidad en el empleo del color, cuya alta capacidad de transmisión permite una lectura intuitiva y sencilla. Cada uno de los diferentes colores remite a una de las categorías que posee la variable cualitativa de forma que no se establecen relaciones de orden entre ellas, al contrario son percibidas como elementos situados a un mismo nivel jerárquico.

Existen determinadas variables demográficas que por naturaleza poseen un carácter cualitativo: Estado civil, Actividad por sectores económicos, Disponibilidad de segunda vivienda por hogar, Nivel medio de estudios, etc. Su representación suele ser coroplética mediante diferencias de color si bien es cierto que dependiendo del tratamiento que se aplique sobre las mismas, por ejemplo la cuantificación de personas que poseen dichas características, podrían ser consideradas como cuantitativas, hecho que haría modificar su modelo de cartografiado.

- **Ventajas:** El planteamiento de esta opción, con las matizaciones teóricas que se mencionarán, se incluye en el listado de tipos de cartografías cuyo uso está más ampliamente extendido.

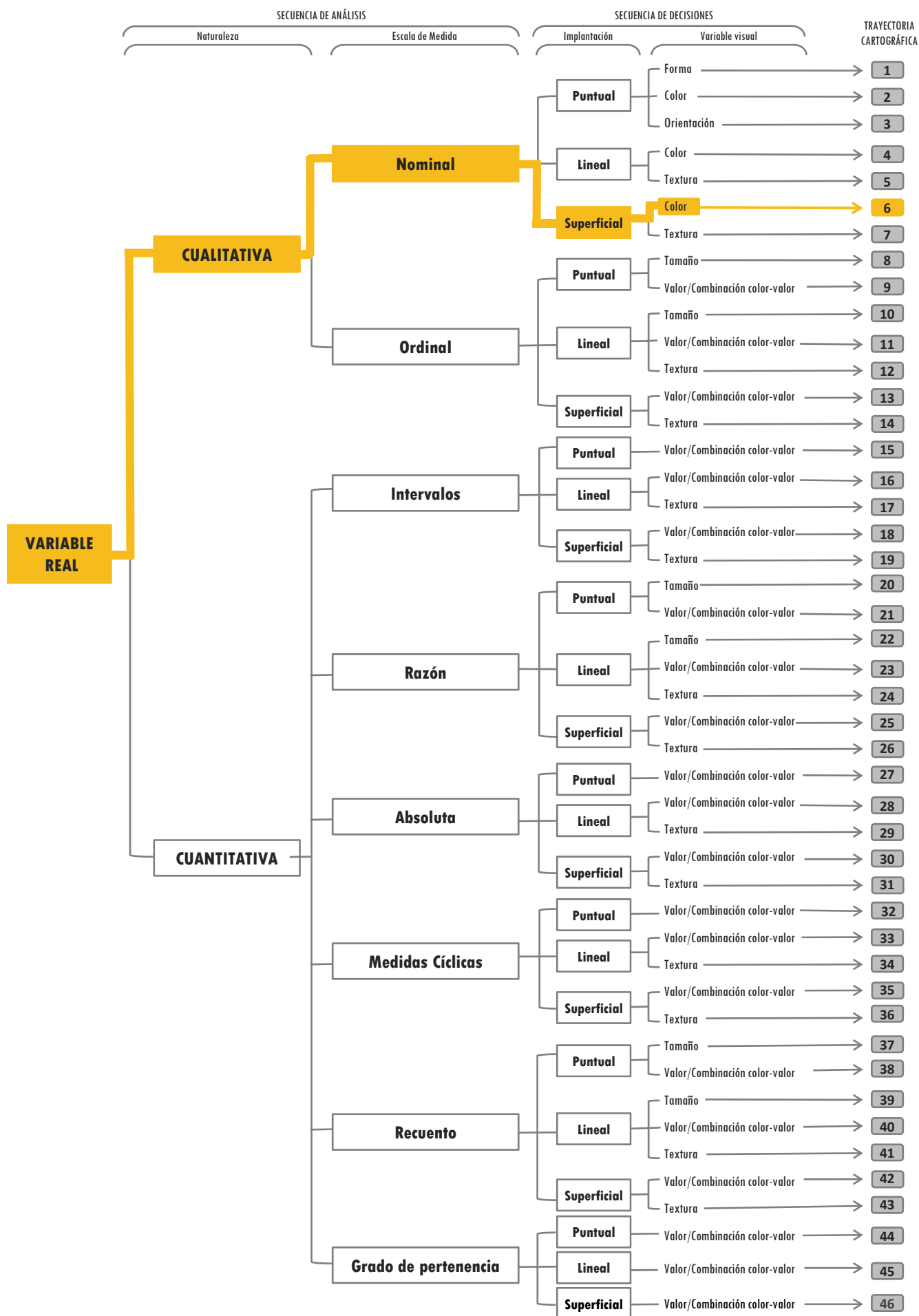
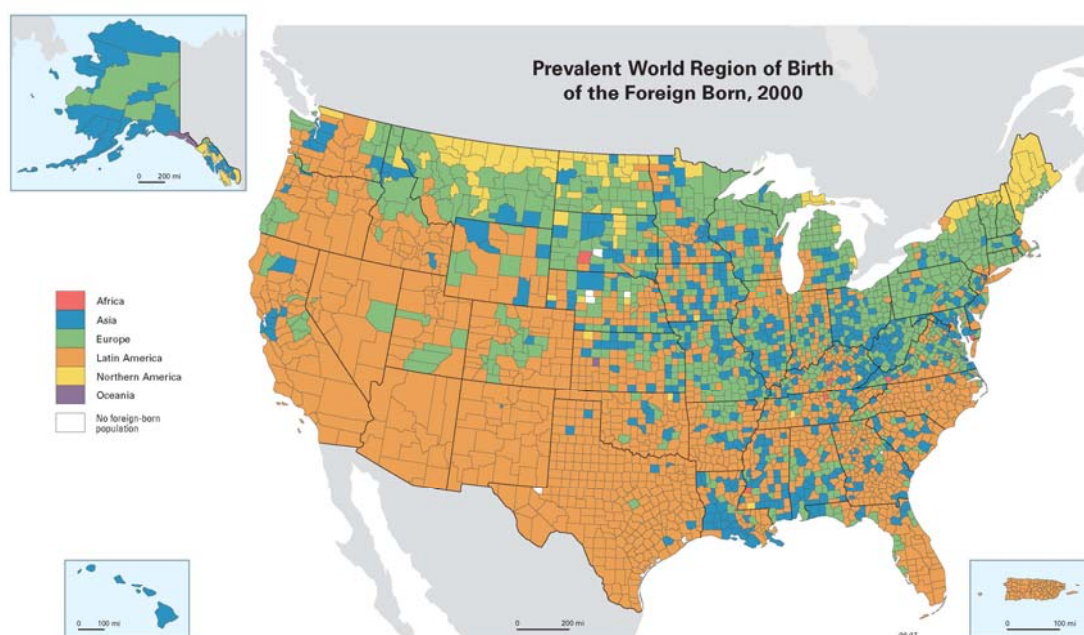


Figura 3 17: Trayectoria 6: (Cualitativa + Nominal + Superficial + Color). Elaboración propia.

Esto probablemente se deba a sus dos principales virtudes: la facilidad que encuentran los usuarios en su lectura, aunque esta no sea totalmente correcta, consiguiendo una interpretación rápida e intuitiva; y a que su implementación en programas de cartografía automática y SIG es una de las más sencillas.

- **Inconvenientes:** El tratamiento de variables cualitativas sobre polígonos no es estrictamente correcto debido a la imposibilidad de las mismas de estar directamente relacionadas con la superficie lo que genera errores de visualización como consecuencia de que la atención se ve focalizada en las entidades de mayores dimensiones, independientemente de la carga temática que estas presenten.
- **Implementación en SIG:** Los módulos de simbolización en los programas SIG presentan la posibilidad de aplicación directa de este tipo de mapas de una forma sencilla y rápida. Una vez escogida la variable que será representada identificándola como cualitativa, tan solo resta elegir la leyenda de color a utilizar ya sea entre las diversas gamas que presentan los programas o introduciendo una personalizada. El proceso de discretización de la variable real resulta sencillo en extremo debido a que se trata de categorías cualitativas diferenciadas, tan solo se podría encontrar un mayor nivel de complejidad en la selección de colores ya que deben de contrastar entre sí, no pueden resultar muy saturados ni demasiado suaves, debiendo mantenerse todos ellos en un mismo nivel visual de forma que no se ponderen unos sobre otros.
- **Ejemplos:** La variable real en este mapa (*Vid. Mapa 3-26*) hace referencia a los lugares predominantes de nacimiento entre los habitantes nacidos en el extranjero en cada uno de los condados estadounidenses, de manera que las distintas clases se ven reducidas a los, según este mapa, seis continentes. Llama la atención el séptimo intervalo que caracteriza aquellas entidades en las que todos los habitantes han nacido dentro del país, por asociación lógica se emplea el blanco como ausencia de color para reflejar dicha situación.

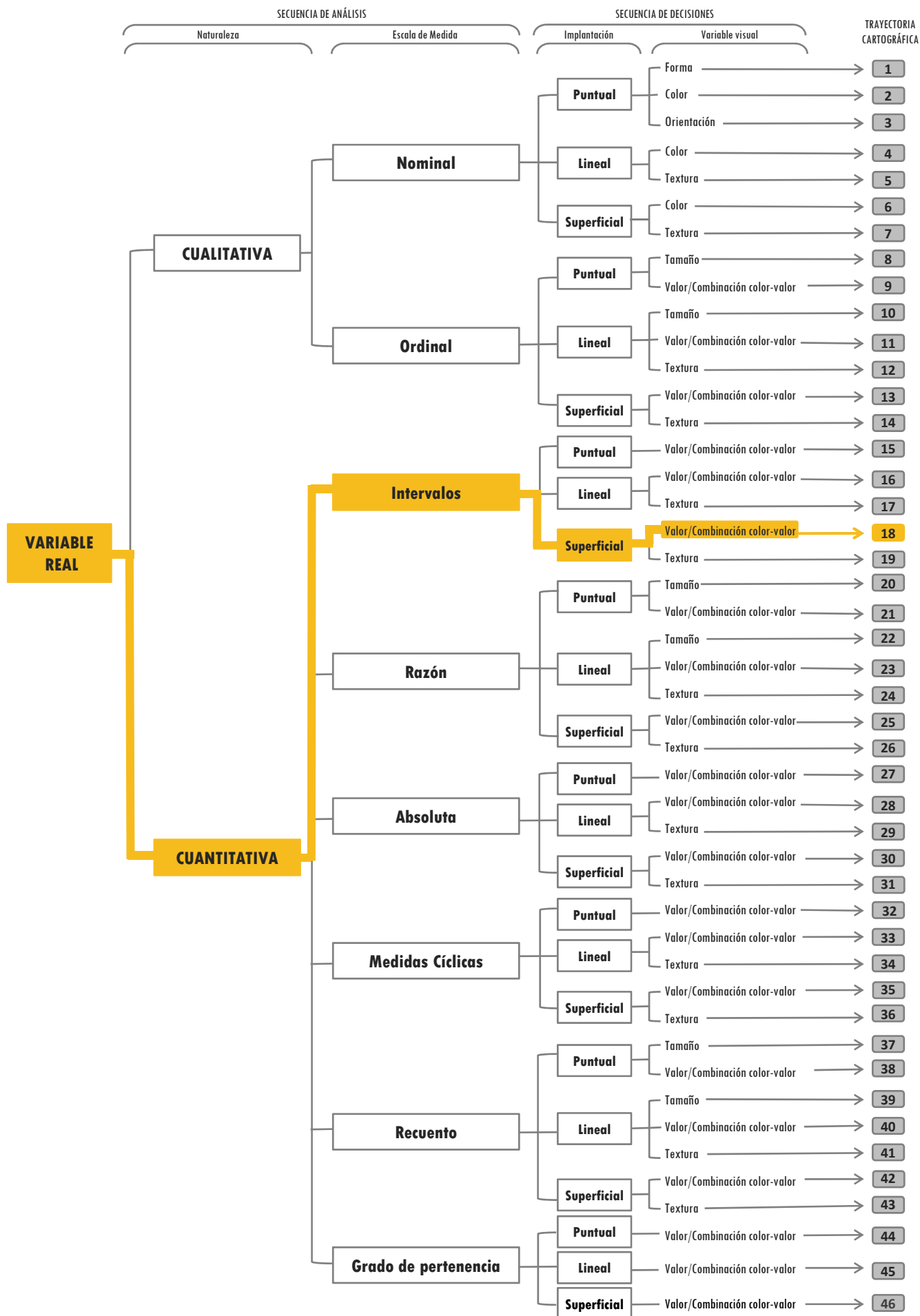


Mapa 3-26: Mapa cualitativo sobre superficies que utiliza la variable visual color para reflejar los lugares prevalentes de nacimiento de los residentes nacidos en el extranjero en Estados Unidos por condados. (Suchan et al., 2007)

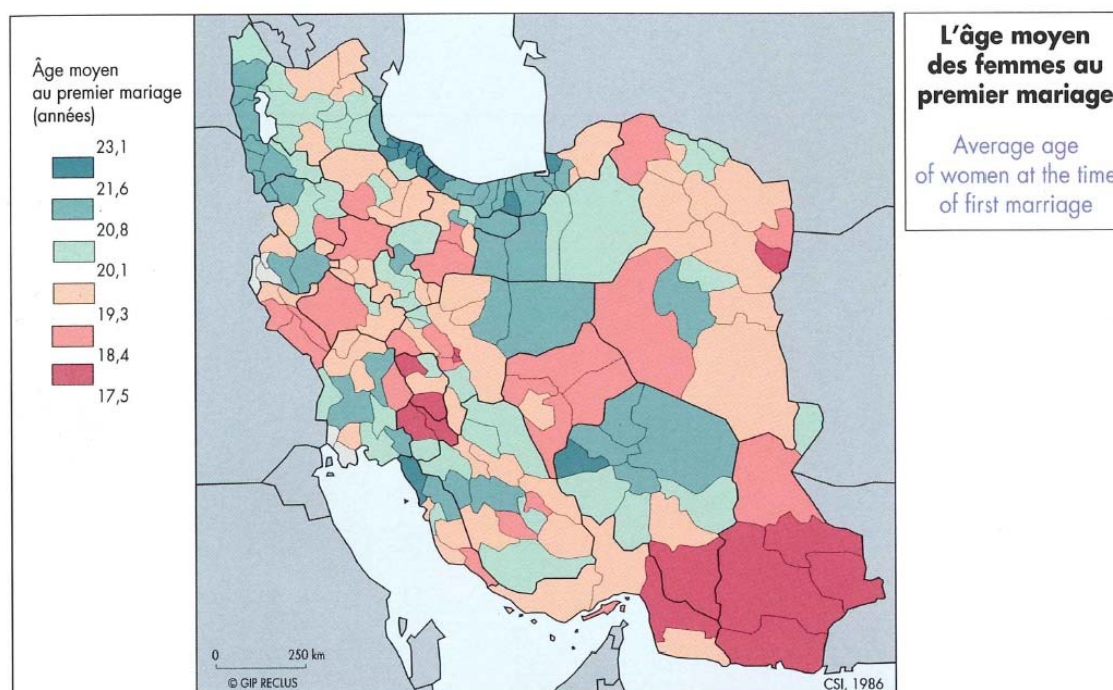
El resto de colores se configuran en torno a los que el público general considera como básicos: amarillo, azul, rojo y verde y se les añaden dos más que aunque han sido creados por combinación de los anteriores: el naranja (amarillo + rojo) y el morado (rojo + azul), dan sensación de tonalidades independientes, radicalmente diferenciables del resto. En todos ellos se procura mantener el mismo nivel de saturación y valor para que no exista preeminencia de unos sobre otros en la lectura, aunque en el rojo y en el morado no se consigue plenamente. En la leyenda se colocan correctamente al alejar el rojo del amarillo y naranja, que podrían dar sensación de orden, en vez de cualidad.

3.2.4.2.1.2 Trayectoria 18: (Cuantitativa + Intervalos + Superficial + Valor)

- **Descripción y empleo en Geodemografía:** Se trata de mapas que reflejan información cuantitativa mediada en escala de intervalos, lo que en Geografía de la Población hace referencia a aquellos índices y tasas que no están expresados en porcentajes o tantos por mil. Son especialmente comunes al utilizarlos en variables relacionadas con la edad: Esperanza de vida al nacer, Edad media de la población, Edad a la maternidad, Edad a la nupcialidad... aunque también pueden encontrarse otras como el Número de hijos por mujer o el número de vehículos de los que dispone un hogar. Además otros indicadores de carácter complejo podrían incorporarse a este grupo como es el caso de los potenciales de población, sin embargo la representación de este indicador no puede realizarse sobre modelos vectoriales, sino que está diseñado para el trabajo sobre células contables. Tan solo asumiendo éstas como una representación superficial, se podría enmarcar su representación en este tipo de secuencias cartográficas.



- **Ventajas:** Ya se ha mencionado y se profundizará en ello más adelante que este tipo de mapas son muy comunes en el diseño cartográfico debido principalmente a su sencillez tanto en la elaboración como en la interpretación de los resultados. A lo largo de la exposición de los distintos tipos de mapas se considerará el valor y su combinación con el color como alternativas de uso indiscriminado, puesto que en definitiva ambas remiten a la propiedad ordenada, que permite la jerarquización de los elementos en cartografía.
- **Inconvenientes:** El empleo de variables mediadas en escala de intervalos representadas sobre elementos superficiales es por definición incorrecto, tal y como se explica a lo largo del discurso, la justificación resumida remite a la imposibilidad de visualizar correctamente sobre polígonos indicadores que no están puestos directamente en relación con el área de los mismos, dando lugar a una lectura errónea.
- **Implementación en los SIG:** En caso de tratarse de indicadores a representar en sistema vectorial sobre polígonos, los SIG disponen en sus módulos de simbología de herramientas sencillas para elaborar este tipo de mapas. Más complicado resulta su implementación si se trata de modelos ráster, no tanto por la representación que también es de fácil manejo, sino por los cálculos previos necesarios que de momento requieren de programación específica para poderse realizar.
- **Ejemplo:** Se observa un mapa de tipo coroplético (*Vid. Mapa 3-27*) en el que sobre la superficie de las entidades administrativas se ha representado la edad media de las mujeres iraníes en primeras nupcias, la codificación se realiza mediante una leyenda divergente en gama fría y cálida, en azules y rosas que permite considerar los 20 años como una cifra significativa puesto que en torno a ella se estructura la divergencia.



Mapa 3-27: Edad de las mujeres al primer matrimonio en Irán. (Hourcade et al., 1998)

No debe perderse de vista que a nivel teórico este tipo de cartografía no se considera correcta al no poner en relación directa la variable real con la superficie de cada unidad administrativa. Ésto da lugar a situaciones tales como que la región de Gilan, al Norte del país con una mayoría de unidades administrativas cuyas cifras superan los 21,6 años de media, se percibe notablemente menos que la región de Sistan y Baluchestan, al Sud-Este con cuatro entidades por debajo de los 18,4; cuando la teoría aconseja que al encontrarse en los extremos de una leyenda divergente su peso visual debería ser equivalente. La aplicación cartográfica correcta remite al empleo de símbolos puntuales graduados por tamaño según la población total de cada entidad para establecer un marco de referencia, sobre el cual sería posible emplear estos indicadores como segunda variable.

3.2.4.2.1.3 Trayectorias 20/37: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Puntual + Tamaño)

- **Definición y empleo en Geodemografía:** Este tipo de mapas presentan la variable real a través de la graduación por tamaño de símbolos puntuales. Se ha considerado conveniente incluir en la misma definición las secuencias 20 y 37 puesto que la consideración cartográfica acerca de ambos es la misma. No deben, sin embargo, olvidarse sus diferencias, establecidas por las escalas de medida: la trayectoria número 20 caracteriza información en escala de razón, lo que implica que proporciona magnitudes significativas mediante la utilización de un sistema no arbitrario, permitiendo el establecimiento de la proporcionalidad y el empleo de operaciones aritméticas. Esto, en términos de *Geodemografía*, remite a las cifras absolutas ya sea de población total, número de personas menores de 15 años, cifra de mujeres, total de inmigrantes, computo global de gente activa... todo ello medido en unidades reescaladas como en cientos o miles de personas.

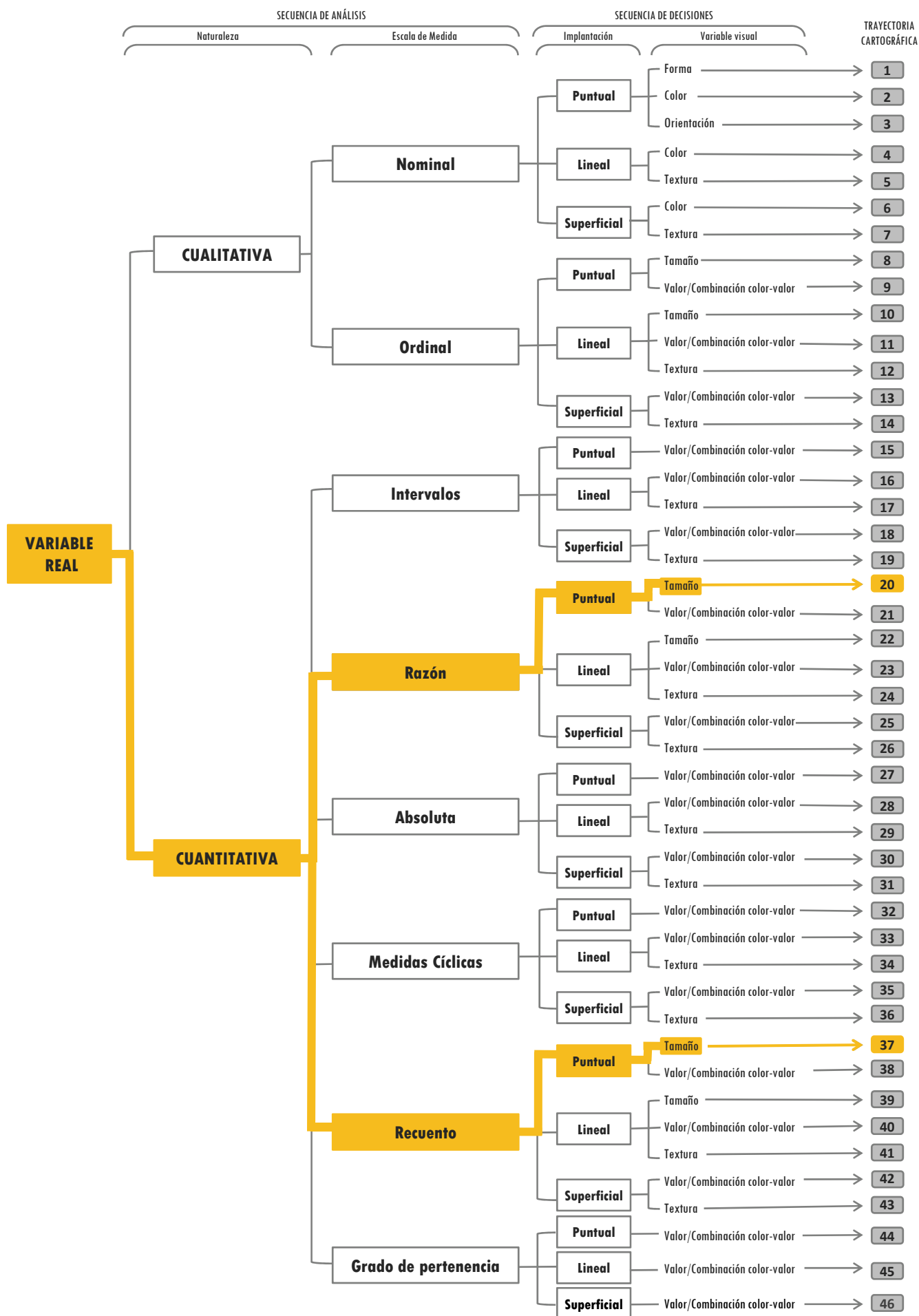


Figura 3 19: Trayectorias 20/37: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Puntual + Tamaño). Elaboración propia.

Por otro lado la trayectoria número 8 hace referencia a información medida en escala de recuento, que es similar a la de razón con la distinción de que los elementos computados son discretos, son el resultado de la cuenta del total de objetos agrupados en una entidad. Pasaría a ser igual cuando las unidades de medida se reescalaran, contando la población ‘en miles’ o de alguna forma que perdiera la identidad discreta de los objetos. Para la Geografía de la Población las variables reales son las mismas pero normalmente referidas a entidades administrativas menores, en las que sea posible tratar los datos brutos, sin recurrir al reescalado, por ejemplo en escalas urbanas.

- **Ventajas:** Una de las fortalezas de este tipo de mapas reside en el amplio abanico de posibilidades que ofrece: por una parte la variable real puede discretizarse en una serie de intervalos, cada uno de los cuales se vea representado con el tamaño proporcional a su marca de clase. La otra opción es mantener la continuidad en la representación de forma que cada uno de los valores se represente en el mapa con un símbolo cuya área, sea proporcional al mismo. Estas son las opciones más convencionales, para cuya implantación están preparados los SIG.

Otra de las ventajas de las representaciones puntuales por tamaño es que son la mejor opción para la codificación de variables cuantitativas, en concreto de cifras absolutas. La relación directa entre el tamaño de las figuras y el valor de la variable real que representan permite una interpretación intuitiva, que favorece el establecimiento de orden sin necesidad siquiera de recurrir a la leyenda, sin embargo la utilización de la misma posibilitará la estimación de las cifras exactas que corresponden a cada elemento.

Inconvenientes: Aun siendo técnicas que consiguen una transmisión muy eficiente, determinados casos en el marco de las variables demográficas no encuentran en ellas una solución cartográfica adecuada. Estos casos se caracterizan por disponer de distribuciones muy desiguales en las que existen gran número de entidades administrativas caracterizadas por su escasa población frente a un número reducido de unidades con cifras elevadas de efectivos demográficos. La búsqueda de un dimensionamiento adecuado a esta situación no supone un tarea sencilla y en ocasiones el porcentaje de cubrimiento que suponen las figuras respecto al total de la superficie del mapa llega a ser excesivo por lo que hay que recurrir a dimensionamientos asociados al volumen en vez de a la superficie. De esta forma se limita el porcentaje de superficie del mapa que queda cubierto por los elementos puntuales consiguiendo una atenuación de los valores más elevados y un resalte de los valores inferiores que quedaban prácticamente difuminados en las representaciones graduadas por superficie.

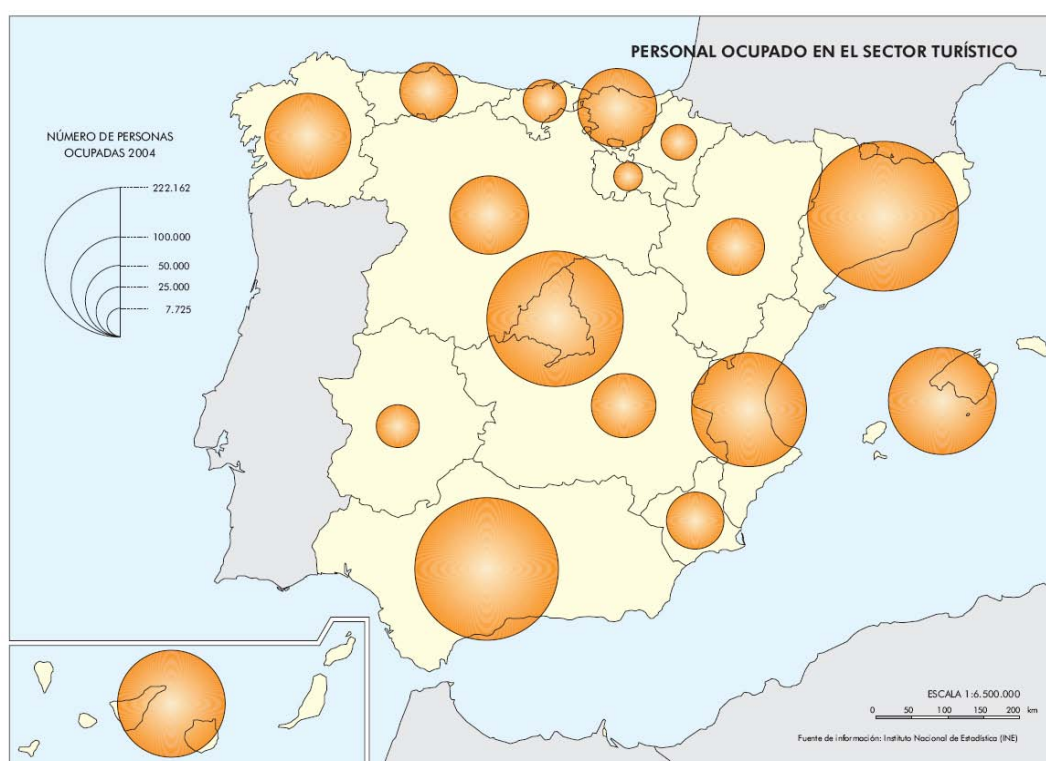
Sin embargo el uso de un dimensionamiento volumétrico puede inducir a comentar ciertas limitaciones: la correcta interpretación de los mapas tendrá que venir de la mano de un razonamiento profundo que permita comprender que las variaciones de tamaño entre las distintas esferas o figuras volumétricas presentes en el mapa tan solo se producen en relación a la superficie de las mismas sobre el mapa puesto que es volumen figurado, pero que esa variación es notablemente menor que la que sucedería en un dimensionamiento superficial, tal y como se ha explicado anteriormente. Puede decirse que en general a los usuarios de cartografía el empleo del volumen les *resulta más complejo de interpretar* (Dent, 1999).

- **Implementación en los SIG:** De nuevo tan solo la opción de dimensionado volumétrico presenta dificultades, el proceso de elaboración e implementación en los programas SIG no ha sido totalmente desarrollado y aunque están empezando a aparecer módulos que potencialmente son capaces de realizar dicha graduación, por el momento los resultados distan de ser óptimos. El empleo de este tipo de técnicas requiere de la programación previa de *scripts* que permitan su implementación en los SIG, seguidamente se requiere un traslado a programas infográficos para poder incorporar imágenes vectoriales de calidad que generen en el espectador sensación de volumen.

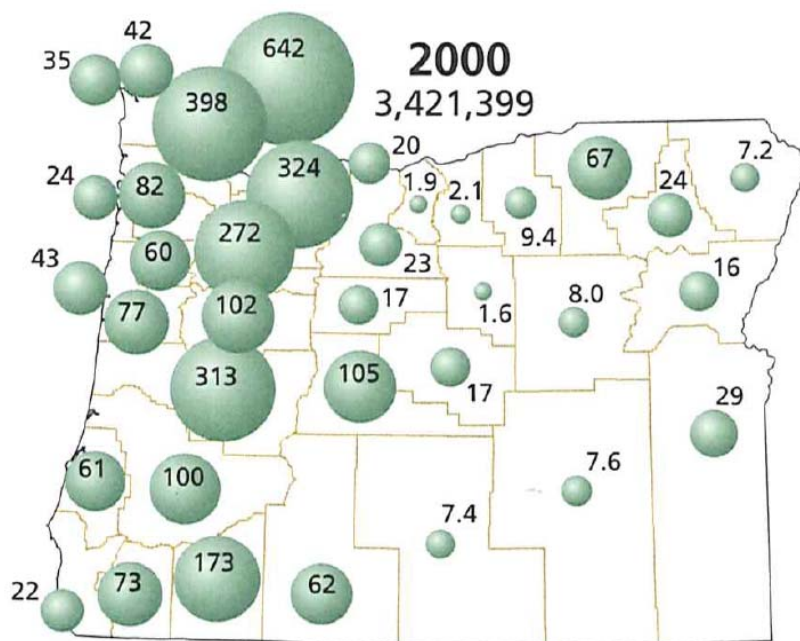
Cualquiera de las otras opciones de representación: símbolos graduados, figuras cuyo radio o superficie sea proporcional a la variable real o incluso el sistema compensatorio descrito por Flannery para el realizar un escalado psicológico, ya descrito en el capítulo anterior, están plenamente integradas en los programas SIG, de manera que la elaboración de cartografía con estas características no ofrece dificultad. Tan solo la discretización de la variable en el caso de los símbolos graduados introduce la necesidad de reflexión acerca de los intervalos a utilizar, la elección de la forma de la figura o del sistema de proporcionalidad pueden complicar su realización.

- **Ejemplos:** Este primer mapa (*Vid. Mapa 3-28*) refleja una variable medida en escala de recuento como se puede observar puesto que las cifras no han sido discretizadas si no que se representan directamente. La codificación se ha realizado mediante implantación puntual con graduación por tamaño relacionando cada valor con el área de un círculo. No llega a ser un mapa correcto puesto que la superficie que ocupan las figuras respecto al total del mapa puede considerarse excesiva, hecho que no adquiere vital importancia gracias al reducido número de elementos que hacen referencia a las comunidades autónomas españolas. Además se ha utilizado un cierto grado de transparencia en los objetos de forma que se consiga percibir la base espacial de referencia.

El segundo mapa (*Vid. Mapa 3-29*) presenta un dimensionamiento volumétrico, lo que se puede observar no solo por la apariencia de esferas que se le ha dado a las figuras sino porque se indica explícitamente en el documento. Es un caso particular puesto que prescinde de leyenda indicando directamente sobre cada símbolo la cifra que está representando. El hecho de que algunas de las esferas se encuentren fuera de los límites poligonales del estado puede indicar que el dimensionamiento no ha sido adecuado, probablemente por la dificultad que conlleva una distribución con un rango bastante amplio unido a que la distribución de la población se concentra más en los condados septentrionales cuyas dimensiones son notablemente inferiores a los meridionales, lo que genera una mayor presión demográfica y una dificultad añadida a la hora de realizar cartografía temática.



Mapa 3-28: Personal ocupado en el Sector Turístico, (IGN, 2007)

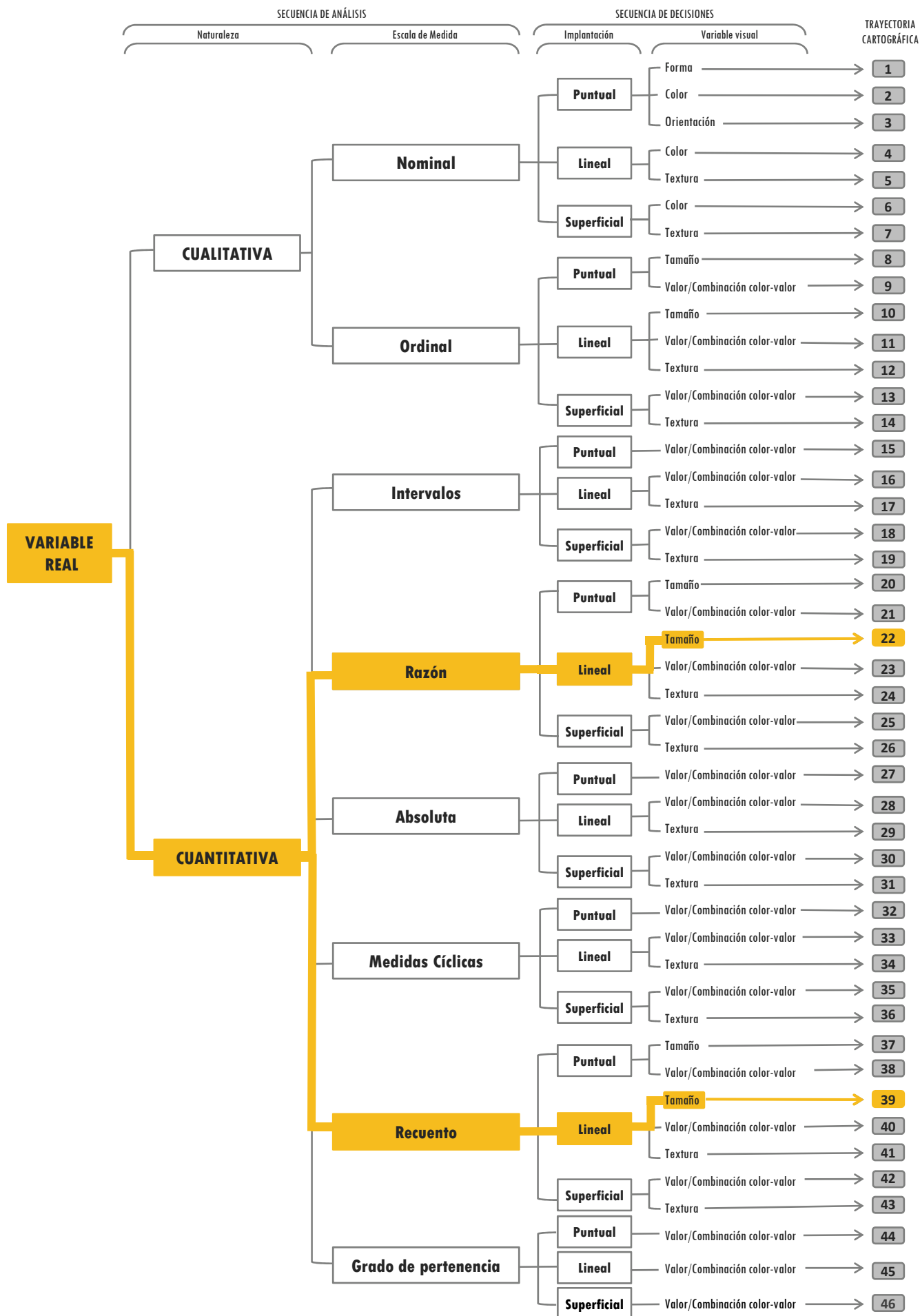


On each map county populations shown in thousands on sphere proportional to county population at that date.

Mapa 3-29: Población total en Oregón, (Loy, 2001)

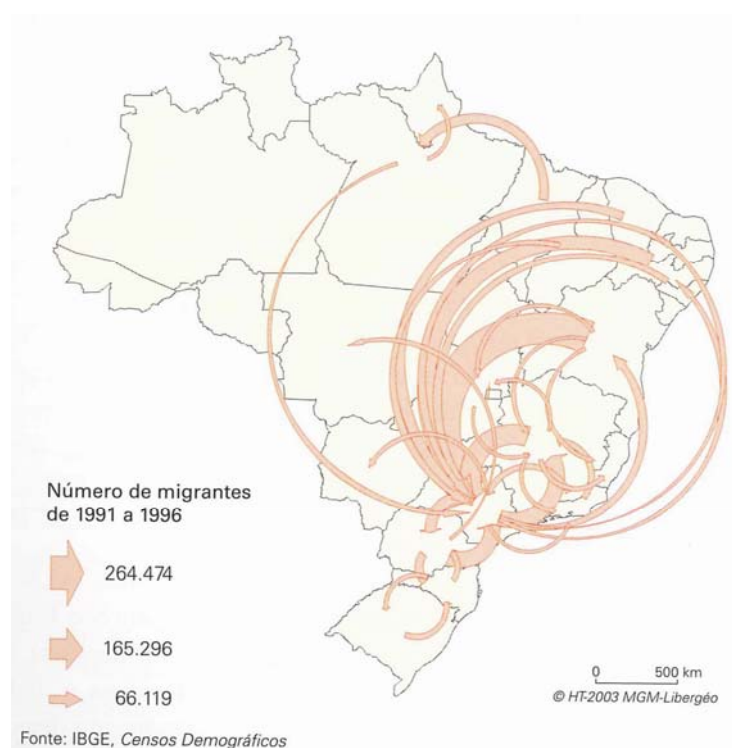
3.2.4.2.1.4 Trayectoria 22 Y 39: (Cuantitativo + Razón/Recuento + Lineal + Tamaño)

- **Descripción y empleo en Geodemografía:** De nuevo este tipo de cartografía aún variables medidas en escala de razón y recuento, con las matizaciones ya descritas para las secuencias 20 y 37. Se trata de documentos cartográficos en los que las variables expresan cifras totales lo que permite su reflejo a través de la variación de las dimensiones de las líneas. En el marco de la Geografía de la Población resultan especialmente útiles para representar movimientos direccionales por ejemplo flujos migratorios o desplazamientos funcionales si se dispone de las cifras brutas de dichos fenómenos. Resulta obvio que en cartografía no siempre se representan fenómenos geográficos que existen físicamente, este es uno de los ejemplos más claros, lo que se muestra es tan solo el reflejo de los movimientos de población que se producen entre dos entidades administrativas en un determinado periodo de tiempo.
- **Ventajas:** De nuevo las ventajas de este tipo de mapas vienen de la mano de una lectura rápida e intuitiva que permite al lector graduar instintivamente las líneas según el tamaño de las mismas, ordenando al mismo tiempo la importancia de los flujos de mayor a menor.
- **Inconvenientes:** Quizá una de las limitaciones más evidentes remite al hecho de que la aplicación del tamaño de líneas solo presenta una opción factible, al contrario de lo que sucede con la implantación puntual que disponía de varias opciones, cada una de ellas aplicable a diferentes situaciones.



La opción posible es la agrupación de los valores de la variable en clases, cada una de las cuales se vea representada por una línea de tamaño proporcional a la marca de clase del intervalo. También hay que tener en cuenta que el número de clases no puede ser muy elevado para favorecer la diferenciación visual entre unas y otras.

- **Implementación en SIG:** Esta es otra de las opciones de cartografía directamente implementada en los módulos de simbología, de forma que su elaboración no resulta compleja, tan solo debe seleccionarse adecuadamente el método de discretización de las variables para conseguir una visualización óptima.
- **Ejemplos:**



Mapa 3-30: Migraciones en Brasil, (Théry y Aparecida de Mello, 2003)

El mapa (Vid. Mapa 3-30) muestra los flujos migratorios internos acaecidos en el primer quinquenio de los años noventa en Brasil. Dichos flujos, de los que se presentan los datos totales por lo que se considera medido en escala de recuento, se exponen mediante tamaño de flecha directamente graduados en relación con la cantidad de efectivos demográficos que modifican su lugar de residencia entre 1991 y 1996, técnica no del todo acertada puesto que no resulta sencillo averiguar, incluso apoyándonos en la leyenda, el dato que es codificado por cada una de las flechas. Una opción más adecuada hubiera sido discretizar la variable reduciéndola a 3 o cuatro clases de manera que la lectura resultara menos confusa. La trayectoria cuasi-circular de las líneas evita la superposición de las flechas pero podría haberse suavizado de cara a conseguir una mejor presencia estética.

3.2.4.2.1.5 Trayectoria 25: (Cuantitativo + Razón + Superficial + Valor)

- **Definición y empleo en Geodemografía:** De nuevo, al igual que las secuencias 6 y 18 estamos tratando mapas de tipo coroplético, entendiendo los mismos como aquellos en los que se representan variables directamente sobre superficies. Sin embargo una característica distingue la trayectoria 25 de los dos mencionados: esta vez la representación puede ser correcta, lo que se debe a que las variables sobre las que se trabajan están medidas en escala de razón en la que los valores derivan de procesos de cuantificación en caso de ser variables fundamentales o de operaciones aritméticas o estadísticas en el caso de ser derivadas. Entre estas últimas aparece la posibilidad de obtener nuevas variables por la división entre los efectivos demográficos y la superficie de las unidades administrativas en las que estos residen, de forma que se obtienen cifras de densidad relacionadas con el área de los polígonos y permiten la representación directa sobre los mismos.

Este tipo de variables son muy utilizadas en Geografía en general y concretamente en *Geodemografía*, ya que la densidad de población es considerada como una de las variables básicas que debe aparecer prácticamente en cualquier estudio de índole geográfica para mostrar la distribución demográfica y su posible repercusión en el territorio.

- **Ventajas:** Si hay un tipo de mapas cuyo uso esté ampliamente extendido y sea asumido por la mayoría de cartógrafos en el mundo es este. Los mapas destinados al gran público, tales como los que aparecen en periódicos y revistas de carácter general, suelen adquirir este formato: mapas de coropletas representando indicadores de cualquier temática a través ya sea del valor o de la combinación de valor y color. Se puede considerar que la interpretación del mapa suele resultar al lector especialmente sencilla gracias al alto poder de transmisión del valor, especialmente si ha sido combinado con el color, lo que potencia aun más su empleo.
- **Inconvenientes:** El principal es la exigencia de que este tipo de mapas presente variables relacionadas con el área de los polígonos, pero también se puede mencionar el hecho de que un proceso de discretización adecuado, tanto de la variable real como de la visual, requiere una inversión considerable en tiempo de análisis de las mismas. Cabe mencionar una última limitación, los mapas de densidades se aplican a bases espaciales que representan entidades administrativas, que en ocasiones no reflejan toda la problemática existente, tal y como se ha mencionado con anterioridad.

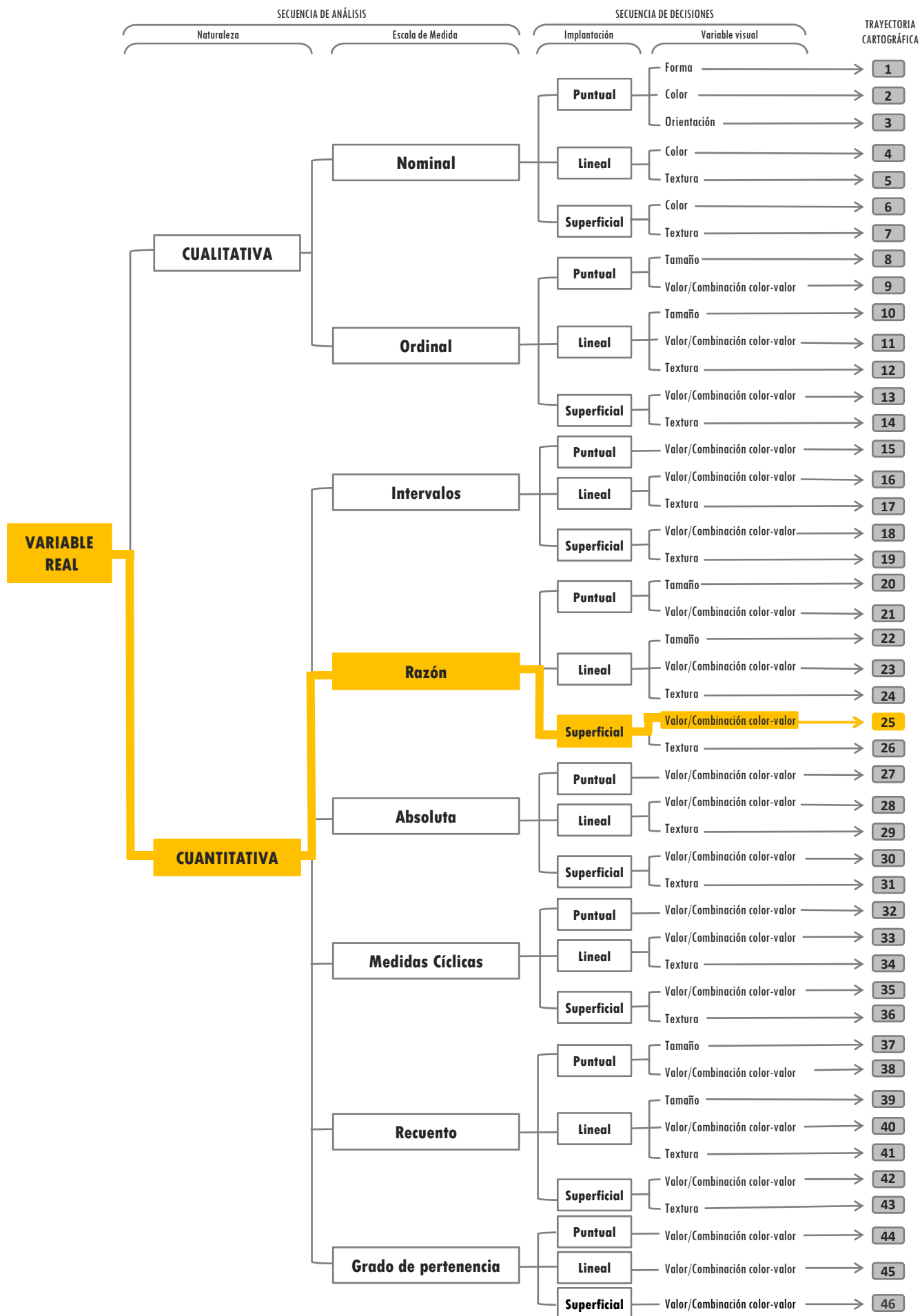
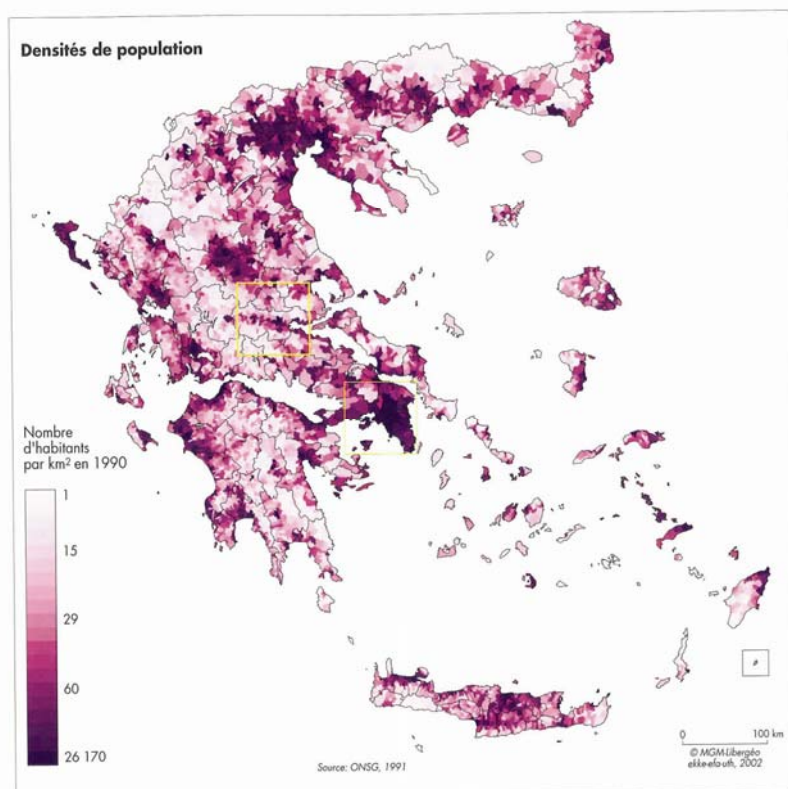


Figura 3 21: Trayectoria 25: (Cuantitativo + Razón + Superficial + Valor). Elaboración propia.

- **Implementación en los SIG:** Es una de las opciones que por defecto aparecen en los módulos de simbología, por lo que su implementación resulta sencilla, tan solo se complica el proceso si en vez de utilizar las clases que por defecto propone el programa se analiza la variable más a fondo y se personalizan los intervalos adaptándolos a la distribución de los datos para buscar una representación más significativa.
- **Ejemplos:** Los mapas de densidad de población son un elemento común a todas las caracterizaciones geográficas de cualquier región del mundo, lo que se debe a diversos factores: la facilidad de obtención del indicadores: superficie y población total son dos de las variables reales que aparecen en prácticamente cualquier fuente de información demográfica; el proceso de elaboración es relativamente sencillo y la práctica mayoría de los lectores o está familiarizado con este tipo de representaciones o es capaz de interpretarlas con rapidez gracias al elevado poder de transmisión de la variable valor especialmente al combinarla con el color.

El mapa expuesto (*Vid. Mapa 3-31*) es solo uno de los múltiples ejemplos que se pueden encontrar de mapa de densidades, en el que cabe destacar la configuración de la leyenda, prácticamente con un carácter de continuidad de tal forma que existen tantos intervalos que no es posible decodificar exactamente cada una de las entidades administrativas griegas en relación a las clases presentadas.



Mapa 3-31: Densidad de población en Grecia, (Sivignon, 2003)

Parece que el autor del mapa tan solo busca una lectura aproximada que permita al lector situar sin demasiada precisión el valor que tiene cada unidad, puesto que probablemente considera más importante la contextualización del mismo que la búsqueda del dato exacto de manera que trata una variable cuantitativa de razón casi como si fuera cualitativa ordinal, buscando una ordenación jerárquica que no tenga en cuenta las magnitudes numéricas.

3.2.4.2.1.6 Trayectoria 27: (Cuantitativa + Absoluta + Puntos + Valor)

- **Descripción y empleo en Geodemografía:** Hace referencia a información medida en escala absoluta, en el campo de la Geografía de la Población refiere a todos aquellos indicadores que expresan porcentajes o tantos por mil, los cuales suponen una amplia mayoría: Tasa de natalidad, de mortalidad, de fecundidad, de vinculación, variaciones de población, tasas de juventud, envejecimiento, actividad, ocupación... Es importante tener en cuenta que las escalas absolutas se miden no solo con sistemas no arbitrarios, sino que los datos oscilan en un rango dado ya sea entre cero y uno, cien o mil, de manera que la observación de datos cercanos a dichas cifras revela valores muy elevados y viceversa: los valores que rondan valores nulos o similares a cero son bajos.

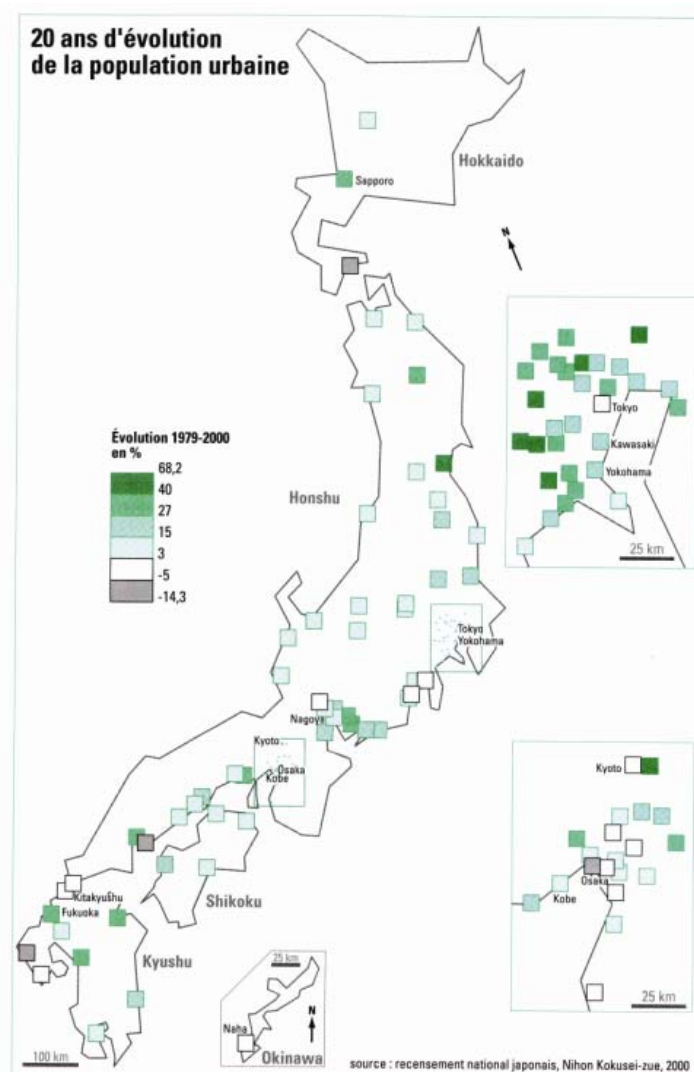
La utilización de elementos puntuales para codificar exclusivamente este tipo de información temática a través del valor no está muy extendida en Geografía de la Población, aunque su empleo es posible.

- **Ventajas:** Los factores positivos que hacen de esta cartografía una opción a considerar vienen de la mano de su fácil y rápido proceso de elaboración complementado por una lectura que resulta intuitiva. La interpretación de la variable valor remite al receptor a un ordenamiento natural de los objetos, antes incluso de consultar la leyenda es posible saber que elementos están en niveles jerárquicos superiores y cuales en los inferiores. La utilización individual de variable visual valor hace de los mapas documentos muy sencillos, aptos para dirigirlos a público poco experto.
- **Inconvenientes:** La principal desventaja de los mapas de implantación puntual codificados por valor es que no se perciben como mapas completos, parecen inacabados, lo cual se justifica por el hecho de que este tipo de cartografía es capaz de soportar una carga temática mayor. La superposición de valor y tamaño sobre en los elementos puntuales es una técnica habitual, que ofrece mayor riqueza informativa. Por otro lado debe mencionarse que, en parte debido a este primer inconveniente, su empleo en atlas u otros documentos que acojan cartografía es muy limitado.
- **Implementación en SIG:** Al igual que todas las opciones que presentan una sola variable visual su elaboración en los módulos de simbología en los programas SIG

resulta sencillo por estar ya integrados. Los datos cuantitativos presentan una mayor complejidad que los cualitativos puesto que entran en escena los procesos de discretización tanto de la variable real como de la visual.

- **Ejemplos:** Se puede observar que el mapa (*Vid. Mapa 3-32*) presenta la evolución de la población urbana a través de una leyenda divergente estructurada en dos gamas: verde para el crecimiento positivo y gris para el negativo. Las diferentes cifras se representan sobre implantación de puntos que adquieren forma cuadrada con dimensiones suficientes para que se permita la percepción adecuada de los diferentes tonos.

La lectura de este mapa resulta sumamente sencilla, tanto que el receptor puede llegar a tener la sensación de que el autor podría haber añadido más información que completara la carga temática.



Mapa 3-32: Veinte años de evolución de la población urbana en Japón, representada por símbolos puntuales y la variable visual valor (Zanin y Trémelo, 2002).

3.2.4.2.1.7 Trayectoria 30: (Cuantitativa + Absoluta + Superficial + Valor)

- **Descripción y empleo en Geodemografía:** Ya se ha mencionado que la escala absoluta en el campo de la Geografía de la Población refiere a todos aquellos indicadores que expresan porcentajes o tantos por mil, por lo que el rango de datos fluctúan entre dos cifras margen, normalmente cero y uno, cien o mil.

La representación sobre superficies implica que éste es un tipo de cartografía similar a la mostrada en los mapas tipo 6, pero con la complejidad añadida de reflejar datos cuantitativos.

- **Ventajas:** Ya se ha mencionado respecto a los mapas de coropletas que su empleo es uno de los más frecuentes en cartografía, tanto en presentaciones a nivel técnico como para el público en general, lo que se justifica tanto por requerir un proceso de elaboración relativamente sencillo como porque su lectura resulta especialmente accesible a los receptores, con independencia de la formación en cartografía de los mismos.
- **Inconvenientes:** La principal limitación de los mapas coropléticos que reflejan información medida en escala absoluta reside en que no son teóricamente correctos. Partiendo de la base de que tan solo los indicadores que hayan sido relacionados con el área de un polígono puede representarse directamente sobre implantación superficial, y de que este tipo de indicadores se miden en escala de razón resulta evidente que la utilización de estos mapas no es estrictamente correcta.
- **Implementación en SIG:** La opción de cartografía superficial codificada mediante valor es una de las opciones que aparecen recogidas en los módulos de simbología de los programas SIG, de forma que su elaboración resulta sencilla una vez que se maneja el programa. La complicación reside en elegir con criterio tanto los intervalos que discreticen la variable real como la gama de colores que será utilizada para representar cada clase.

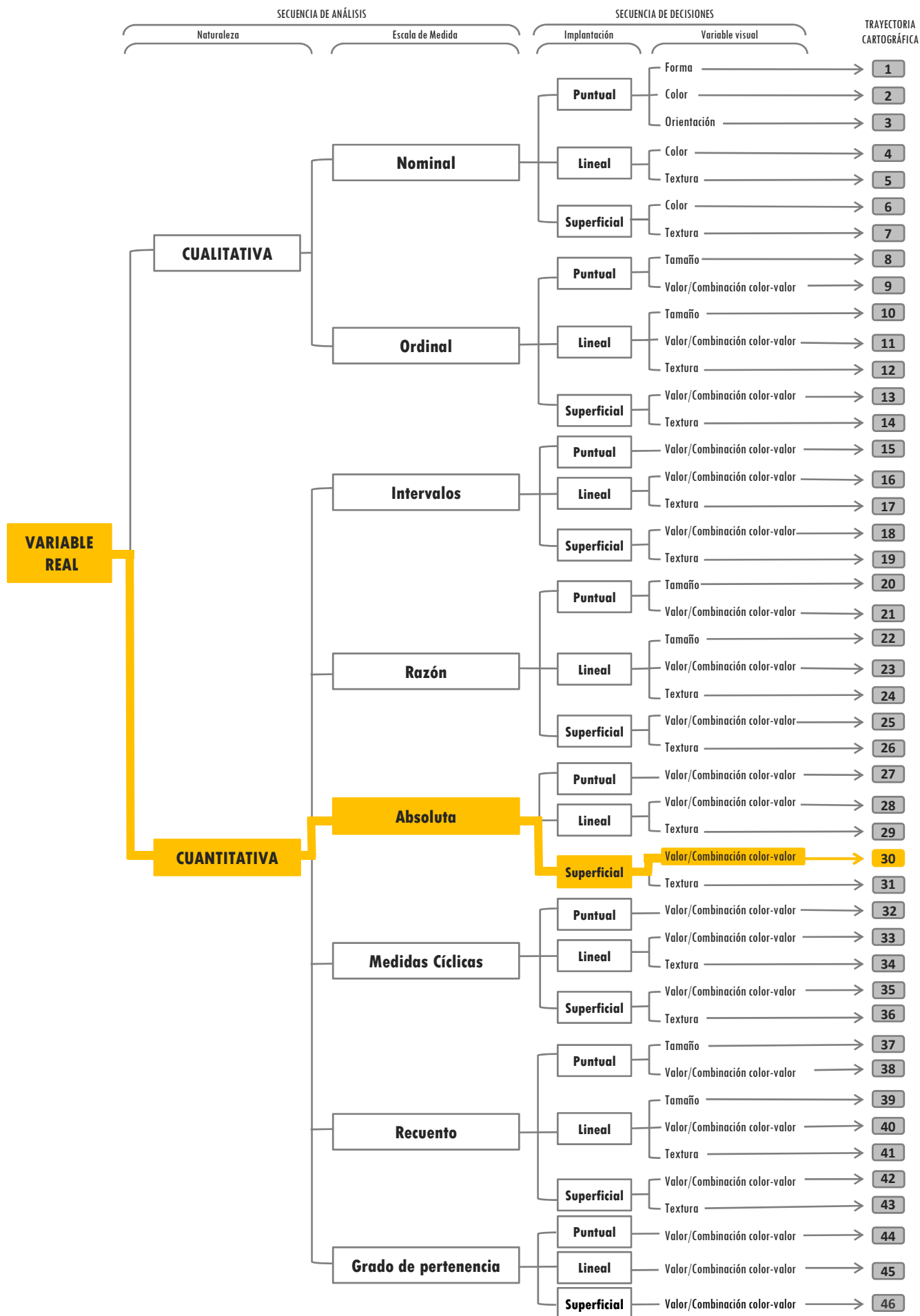
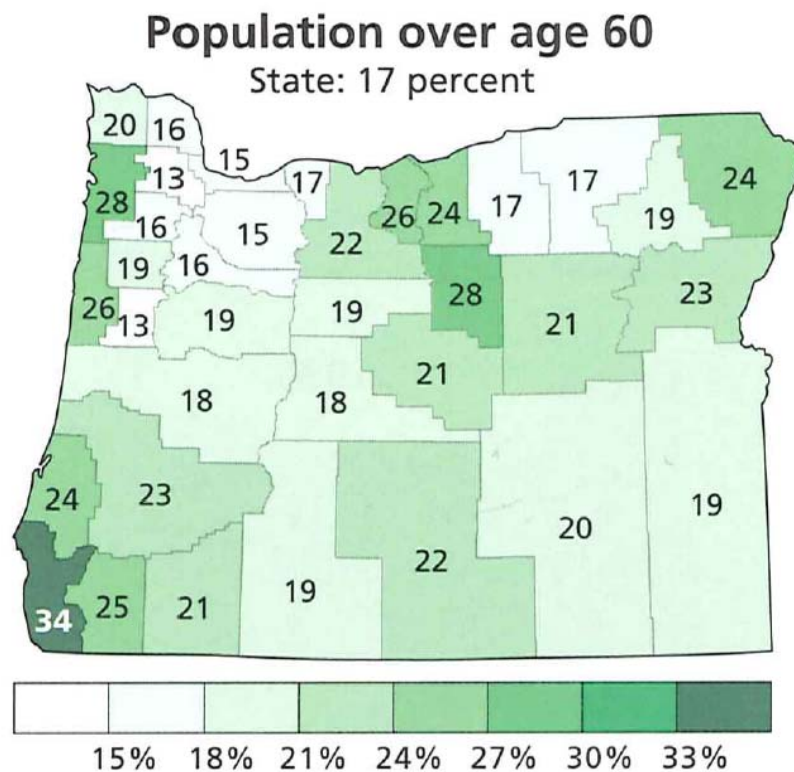


Figura 3 23: Trayectoria 30: (Cuantitativa + Absoluta + Superficial + Valor). Elaboración propia.

- Ejemplos:



Mapa 3-33: Porcentaje de población mayor de 60 años en el estado de Oregón, Estados Unidos. (Loy, 2001)

Este mapa (Vid. Mapa 3-33) es ejemplo claro de una representación superficial codificada a través de la variable valor, en este caso por degradación de verdes. Se ve que el indicador de población mayor de 60 años por cada 100 habitantes se codifica directamente sobre el área de los condados lo que da lugar a posibles desviaciones de atención, por ejemplo el condado de Malheur, (esquina sudeste) se visualiza mejor que Baker (al Norte del anterior) tan solo porque dispone de una mayor superficie, cuando en relación con la variable representada la atención debería focalizarse sobre el segundo.

Tan solo comentar a modo de curiosidad, que este mapa dispone de una doble llave decodificadora, por una parte la leyenda que muestra los intervalos de valor en los que se ha dividido la variable real y por otra parte las cifras exactas dispuestas sobre cada uno de los condados. A todas luces uno de los dos sistemas resulta innecesario.

3.2.4.2.1.8 Trayectorias 23/40: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Lineal + Valor)

- **Descripción y empleo en Geodemografía:** La filosofía de este tipo de mapa es similar a la mostrada por la trayectoria 39: bien establecer relaciones de orden, bien información recogida en entidades individuales en las que se ha realizado un recuento de población o bien variables derivadas medidas en escala de razón.

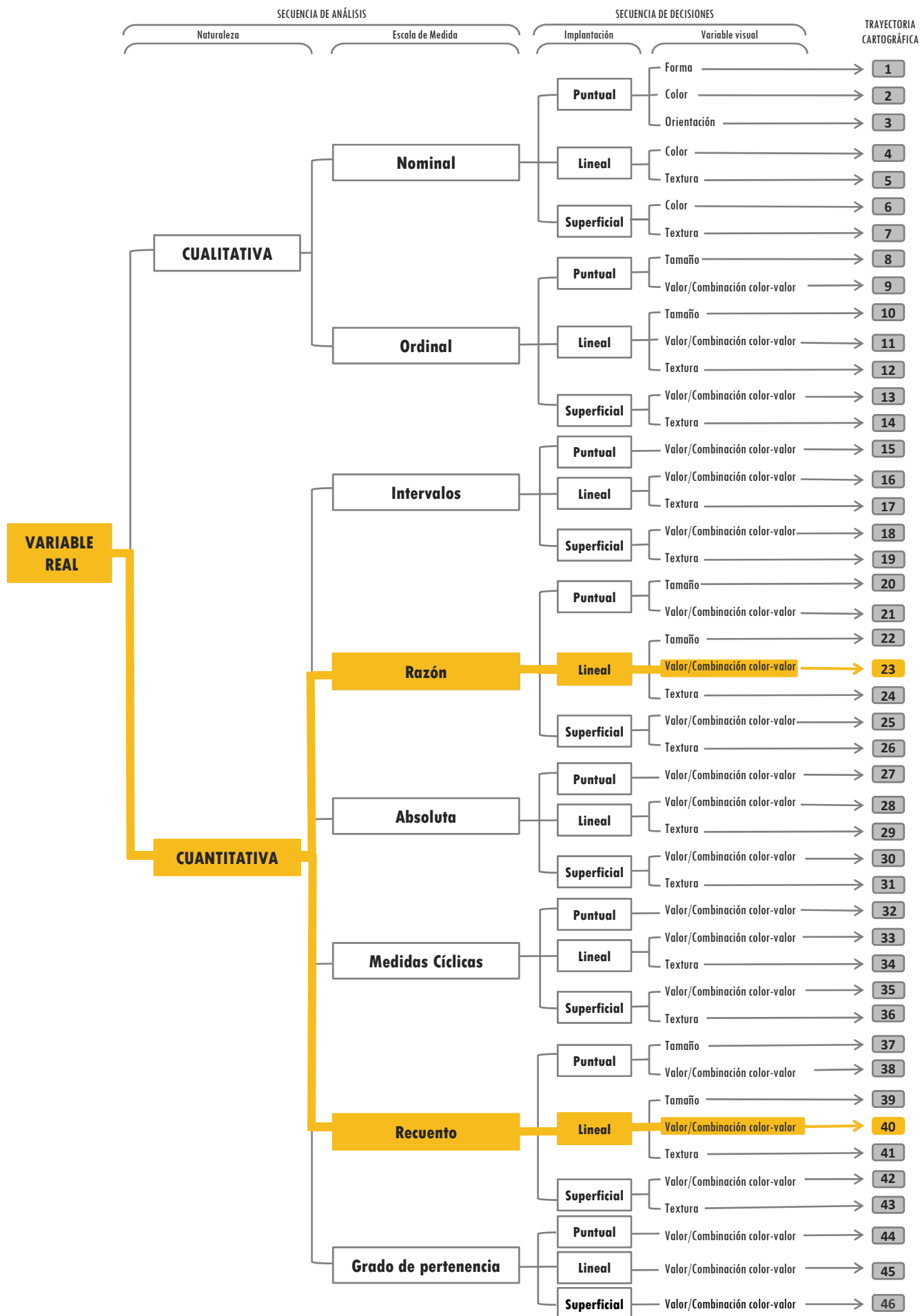


Figura 3 24: Trayectorias 23/40: (Cuantitativa + Razón/Recuento + Lineal + Valor). Elaboración propia. 301

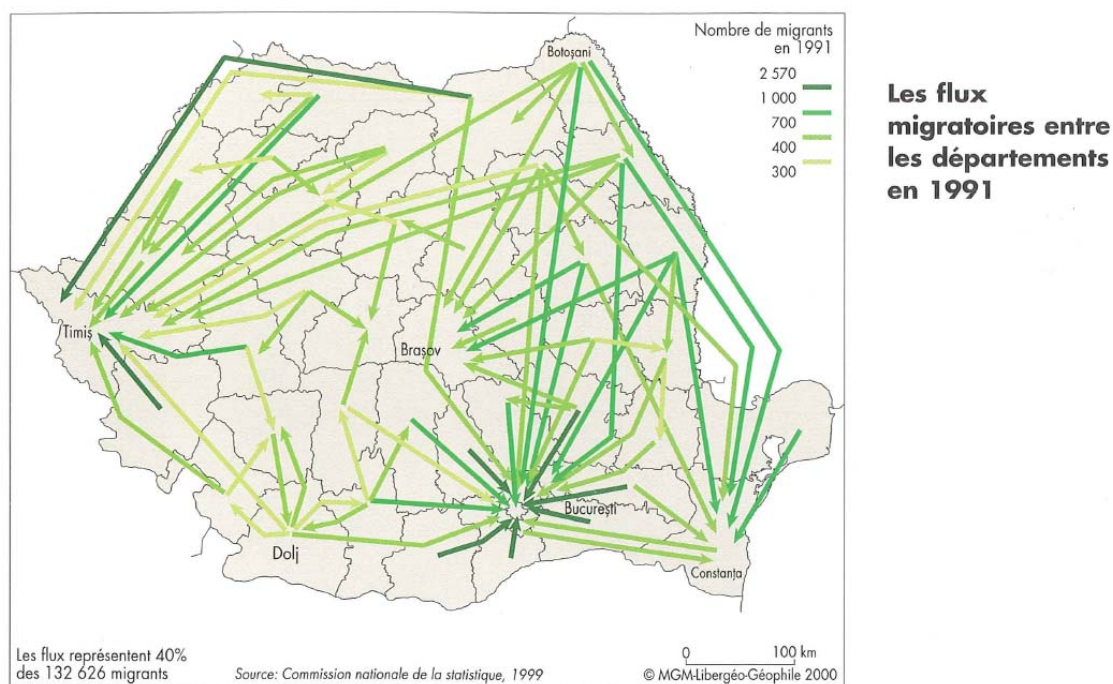
El valor y su combinación con el color favorecen esta jerarquización que resulta de extrema utilidad a la hora de representar relaciones funcionales o calibrar el alcance de los movimientos migratorios, siendo cierto que el empleo de objetos lineales no es muy común fuera de los dos ámbitos de trabajo mencionados.

- **Ventajas:** Al igual que el resto de mapas que se sirven de la variable valor, presentan una elevada capacidad de transmisión de la información, el lector es capaz de establecer de forma intuitiva las relaciones de orden que existen entre los elementos, identificando los valores más saturados con mayores proporciones de la variable real representada. Una concepción semiótica de la cartografía reforzará una interpretación intuitiva, poco dependiente de la leyenda.
- **Inconvenientes:** La unión entre elementos lineales y variable visual valor es afortunada en el sentido mencionado siempre que se tenga en cuenta que las líneas necesitan un grosor mínimo que permita percibir la variación del valor, las dimensiones de los objetos están condicionadas por los límites de la percepción del ojo humano, por lo que no podrá aplicarse a mapas de tamaño reducido donde las líneas generen un efecto desproporcionado.

En el caso de la utilización de escalas de recuento la elección de la codificación mediante valor queda en entredicho, no tanto porque sea teóricamente errónea sino porque el dimensionamiento de las líneas mediante la variable tamaño para representar valores absolutos suele dar lugar a una cartografía más expresiva.

- **Implementación en SIG:** La elaboración de mapas lineales graduados por valor no presenta dificultades en el marco de los SIG ya que entra en las opciones que por defecto aparecen en los módulos de simbología. La única complicación puede venir de la mano de la elección del tamaño de la línea y de la discretización de las variables que, en definitiva, no deberían estructurarse en demasiados intervalos puesto que la percepción del valor sobre líneas resulta más complejo que sobre otros objetos más compactos como polígonos o elementos puntuales de dimensiones suficientes.

- Ejemplos:



Mapa 3-34: Número de migrantes en Rumanía en 1991, (Rey, 2000).

Los flujos migratorios se representan en este mapa (Vid. Mapa 3-34) mediante una adecuada selección de cuatro niveles de valor, siendo el más claro el que remite a los valores inferiores de personas que se desplazan y el color más oscuro el que indica los flujos con máximos efectivos durante el año 1990, enlazando con una clara concepción semiótica.

Tan solo una complicación puede limitar la elaboración de este mapa en el marco de los SIG: la direccionalidad que caracteriza las líneas. Es posible introducir este componente pero debe tenerse en cuenta que la dirección viene marcada por el sentido de la digitalización de las líneas, por lo que para este caso concreto puede haber sido necesario elaborar la base *ex novo*, buscando la orientación adecuada.

Cabe observar también que tan solo en casos en los que se considere un número escaso de entidades es posible representar las relaciones o flujos de cada una de las unidades administrativas con el resto. La superficie ocupada por las flechas no debe ser excesiva siendo necesario buscar soluciones de compromiso entre la información temática expuesta y la visualización de la propia base espacial. Una saturación de elementos impediría la comunicación.

3.2.4.2.2. La combinación de trayectorias cartográficas simples: Mapas multivariables o composiciones cartográficas

El apartado anterior se detenía en la exposición y análisis de las secuencias de decisiones cartográficas que derivaban en mapas que tan solo abarcaban la representación de una variable demográfica. Es ahora momento de centrarnos en conocer las posibilidades que

ofrece la combinación de dichas trayectorias, teniendo en cuenta que en este caso pueden entrar en juego soluciones cartográficas que de cara a una representación simplificada quedaban descartadas.

Una composición en el ámbito de la pintura y la escritura es definida por la RAE como el *arte de agrupar las figuras y accesorios para conseguir el mejor efecto, según lo que se haya de representar*. De igual forma se considera posible generar “**composiciones cartográficas**” que agrupando distintos tipos de mapas simples permitan conseguir un efecto mejorado en el marco de un conjunto visual que favorezca la lectura sin sesgar ni alterar el mensaje, este tipo de cartografía ha sido ampliamente utilizado tanto en atlas destinados al público general como en cartografía más especializada (TCI, 1989-1992; Chauviré y Noin, 1995; Hourcade *et al.*, 1998; Saint-Julien, 1999; Rey, 2000; Guermond *et al.*, 2001; Zanin y Trémélo, 2002; Sivignon, 2003; Dorling y Thomas, 2004; Suchan *et al.*, 2007; Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008). Tal como indica la definición debe asumirse que las composiciones están condicionadas por lo que se haya de representar, de manera que se ha procedido a buscar las soluciones cartográficas más adecuadas para la espacialización de las variables demográficas. Muchas de ellas gravitan sobre las trayectorias 20 y 22, y por ende también sobre las 37 y 39, que se configuran como estructuras básicas dado que son las portadoras de la información en cifras absolutas.

Estas composiciones en definitiva se reducen a la **utilización superpuesta de dos o más variables visuales** las cuales organizan la información en niveles atendiendo a las propiedades de las mismas. Se asume que el nivel elemental corresponde a la propiedad asociativa mientras que el superior se vincula con la cuantitativa. Normalmente el empleo de variables visuales con diferentes propiedades logra mantener el nivel perceptivo de la más alta, mientras que si una propiedad está presente en todas las variables visuales utilizadas el resultado se verá reforzado, aunque pueda llegar a ser redundante. Por el contrario la ausencia de una propiedad en alguna de las variables utilizadas, conllevará un resultado más débil (Bernabe Poveda y Iturrioz Aguirre, 1995).

No obstante esta cuestión no se limita solo al empleo superpuesto de variables visuales, debe tenerse en cuenta que la composición cartográfica basada en las distintas trayectorias del proceso de codificación presenta una mayor complejidad debido a la consideración de las secuencias de análisis y decisión, consiguientemente la superposición de variables visuales se ve matizada especialmente por la escala en la que se midan las variables reales y por la naturaleza de las mismas.

En la siguiente tabla (*Vid. Tabla 3-6*), muestra las composiciones cartográficas de empleo más común en el marco de la cartografía demográfica, por supuesto no son las únicas pero si aparecen las más útiles y las que se hallan más extendidas.

Tabla 3-6: Composiciones cartográficas más comunes en el marco de la Geografía de la Población. Elaboración propia.

| SECUENCIA DE ANÁLISIS | | SECUENCIA DE DECISIONES | | | Composición |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Naturaleza | Escala de medida | Implantación | Variable visual | Trayectoria | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | A |
| Cualitativa | Nominal | Puntual | Color | 2 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | B |
| Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor | 27 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | C |
| Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor | 27 | |
| Cuantitativa | Razón | Superficial | Valor | 25 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | D |
| Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor | 27 | |
| Cualitativa | Nominal | Superficial | Color | 6 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | E |
| Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor | 27 | |
| Cuantitativa | Intervalos | Superficial | Valor | 18 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | F |
| Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor | 27 | |
| Cuantitativa | Absoluta | Superficial | Valor | 30 | |
| Cuantitativa | Razón | Lineal | Tamaño | 22 | G |
| Cualitativa | Nominal | Lineal | Color | 4 | |
| Cuantitativa | Razón | Lineal | Tamaño | 22 | H |
| Cuantitativa | Recuento | Lineal | Valor | 40 | |
| Cuantitativa | Razón | Lineal | Tamaño | 22 | I |
| Cuantitativa | Absoluta | Lineal | Valor | 28 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | J |
| Cuantitativa | Absoluta/Intervalos | Puntual | Valor | 27/15 | |
| Cuantitativa | Absoluta/Intervalos | Puntual | Valor | 27/15 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | K |
| Cualitativa | Nominal | Puntual | Color | 2 | |
| Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor | 27 | |
| Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor | 15 | L |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Valor | 21 | M |
| Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

3.2.4.2.2.1 Composiciones cartográficas basadas en la trayectoria 20

La trayectoria 20, tal y como se ha descrito previamente, hace referencia a cartografía que, apoyada en la variable tamaño aplicada a símbolos puntuales, representa variables

medidas en escala de razón, lo que corresponde con cifras absolutas tales como la población total o el número de niños nacidos en un año. El establecimiento del tamaño de los círculos, o cualquier otra figura geométrica que se elija, como elemento de referencia evita los problemas de percepción generados por la aplicación directa de indicadores demográficos sobre las superficies administrativas, en caso de que estos no estén relacionados con el área de los polígonos.

El lector encuentra de esta manera niveles de referencia que le permiten extraer conclusiones enmarcadas en un contexto más cercano al territorio. El empleo de símbolos cuyo tamaño se halla en relación con cifras totales permite la utilización de una segunda variable que añada información adicional a la cartografía, apuntalando así la concepción de los mapas como documentos de síntesis.

En caso de adición de una segunda variable visual a los mapas basados en la secuencia 20, es conveniente que ésta también se refiera a implantaciones de tipo puntual, preferiblemente mediante el empleo del color o el valor. De este modo se mantiene una unidad de representación que focaliza la atención del lector tan solo en un tipo de objeto, lo que facilita la presentación del problema en términos de fácil difusión y legibilidad. El objetivo es elaborar documentos cartográficos en los que cada símbolo esté caracterizado por un lado por el tamaño, que permita contextualizar la cifra de población a la que afecta y por otro por el color o valor que posibiliten la descripción de la situación respecto a un indicador.

Comúnmente la segunda variable se presenta como elemento de caracterización lo que remite al empleo de indicadores medidos en escala nominal (Composición A), en caso de variables cualitativas, o absoluta (Composición B), en caso de información cuantitativa. Éstos emplean respectivamente el color y el valor para determinar los atributos de cada símbolo.

Elevando la cartografía a un nivel de mayor complejidad, sobre todo en lo que hace referencia a su lectura e interpretación, es posible añadir una tercera variable. Cualquier mapa de símbolos puntuales conlleva la representación de la base cartográfica que permita la localización espacial de los mismos, sobre ella es posible implementar la tercera variable. En términos estrictos tan solo podría permitirse el empleo de indicadores medidos en escala de razón (Composición C), tales como la densidad de población por los motivos expuestos en diversas ocasiones a lo largo del discurso, pero lo cierto es que resulta común encontrar documentos cartográficos en los que sobre superficies se han codificado datos en escala nominal (Composición D), de intervalos (Composición E) o incluso absoluta (Composición F).

En estos casos es importante determinar cuáles son los elementos sobre los que recaerá el mensaje principal, puesto que en ellos se puede centrar el empleo de las gamas de color más saturadas y luminosas, mientras que aquellos elementos que simplemente complementen la información o apoyen su contextualización, requerirán gamas neutras que no distraigan la atención del lector sobre informaciones secundarias.

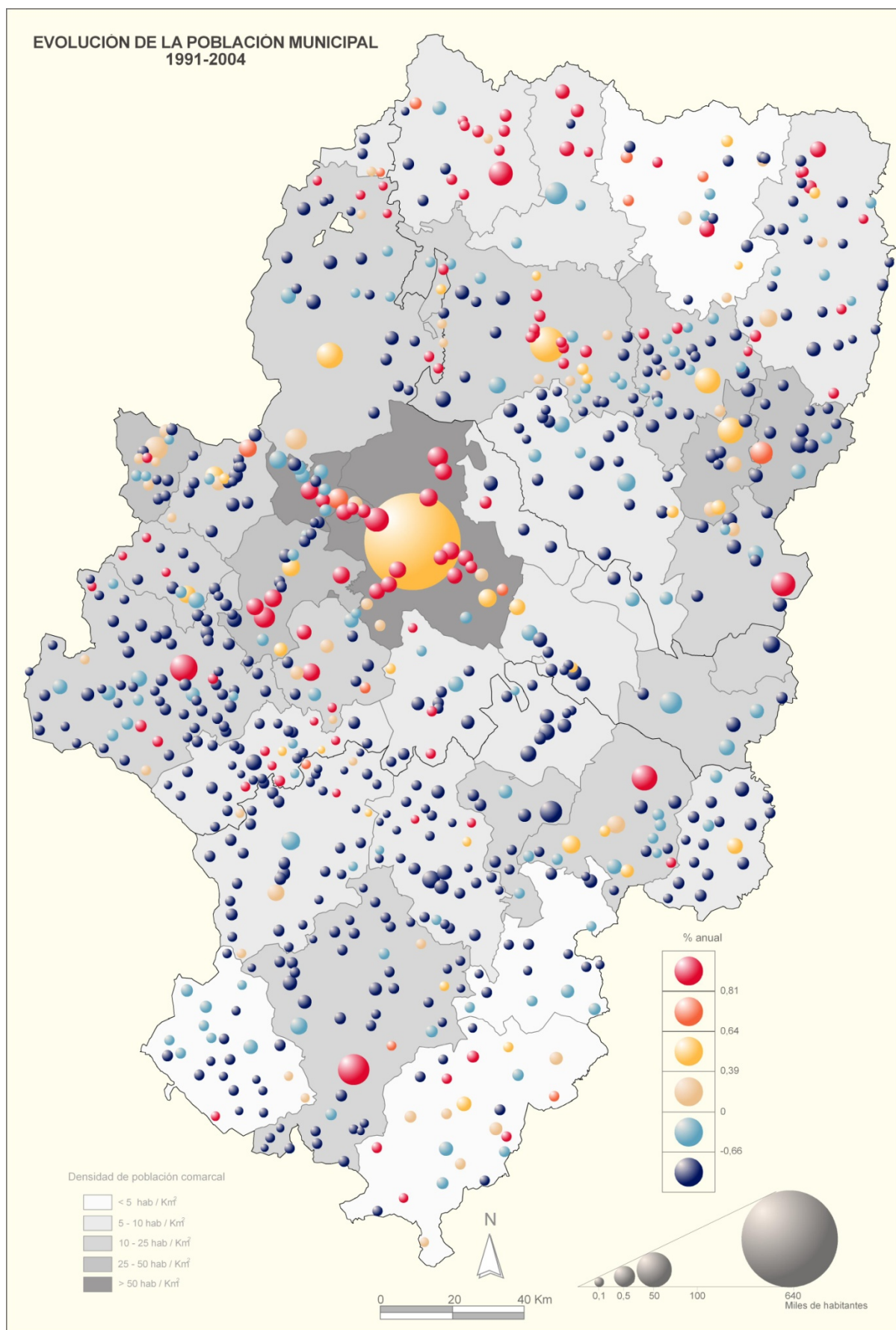
El mapa de la evolución demográfica en la Comunidad Autónoma de Aragón (*Vid. Mapa 3-35*) muestra a través del tamaño de las esferas la población total de cada municipio, al mismo tiempo que mediante una leyenda divergente que combina valor y color se definen los ratios de crecimiento demográfico de cada entidad utilizando colores vivos que centran la atención del usuario. Se ha considerado que la inclusión de una tercera variable real como es la densidad de población puede completar la lectura en clave de ordenación territorial, para lo cual se ha empleado la variable valor a través de una leyenda secuencial con distintos porcentajes de gris, que actúa como un color neutro potenciando la luminosidad de los símbolos puntuales y favorece una interpretación más completa.

3.2.4.2.2 Composiciones cartográficas basadas en la trayectoria 22

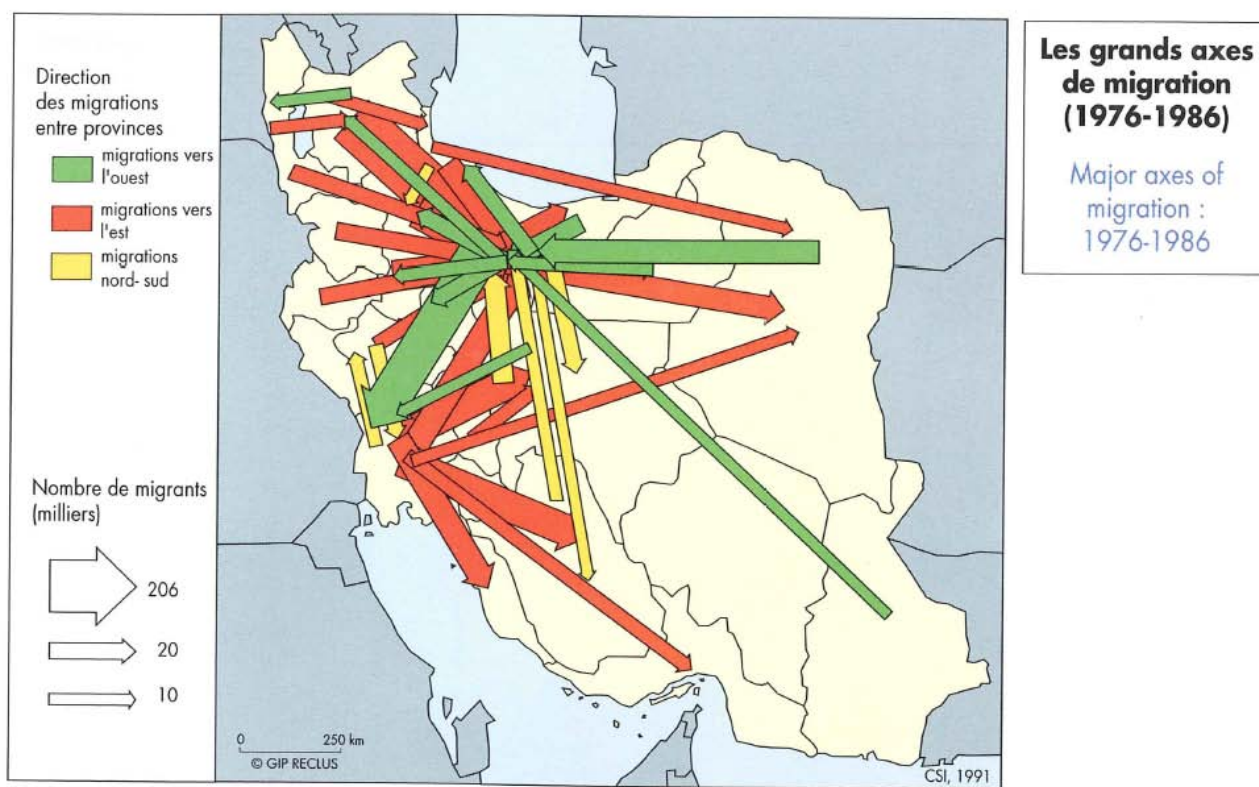
Considerando que la trayectoria 22 corresponde con representaciones de información medida en escala de razón, es decir magnitudes absolutas, codificadas mediante implantación lineal cuyo tamaño varía en proporción a la variable, la descripción de sus posibilidades se halla estrechamente ligada al comentario expuesto para la secuencia 20, debido que la única diferencia entre ambos reside en el tipo de implantación. La facultad de este tipo de mapas de asumir una segunda variable se presenta vinculada al uso de implantación lineal ya sea mediante el color, el valor o la combinación de ambos, favoreciendo así la concentración de la simbología sobre los elementos lineares.

No obstante, tal y como se ha mencionado con anterioridad, estas representaciones se ven más limitadas que las puntuales por lo que se aconseja evitar la incorporación de una tercera variable sobre implantación superficial. Son especialmente comunes las composiciones cartográficas basadas en la trayectoria 22 que se complementan con variables nominales (Composición G), de recuento (Composición H) o de escala absoluta (Composición I), que consiguen resultados cartográficos que aúnan la presentación significativa de información con la facilidad en la lectura.

El mapa de Irán (*Vid. Mapa 3-36*), acerca de las migraciones muestra no solo el número de migrantes a través del tamaño de las líneas que representan los flujos, sino también la dirección codificada como variable nominal en tres categorías: hacia el Oeste, hacia el Este y Norte-Sur, cada una de las cuales adquiere una tonalidad diferente. Quizá la elección de colores no haya sido la adecuada puesto que instintivamente el rojo, amarillo y verde recuerdan los semafóricos, el lector percibe instintivamente los desplazamientos codificados en rojo como más importantes, siendo que no es así. Una selección de colores con niveles de saturación similares y sin connotaciones, tales como verde, azul y morado por ejemplo, hubieran evitado dichos problemas.



Mapa 3-35: Evolución de la población municipal en la Comunidad Autónoma de Aragón, Grupo GEOT.



Mapa 3-36: Los grandes ejes de migración, *Atlas de Irán*. Mapa tipo 4 combinado con variable nominal. (Hourcade et al., 1998)

3.2.4.2.2.3 Composiciones cartográficas basadas en la trayectoria 15

Una de las grandezas de la cartografía reside en que es capaz por ella misma de alcanzar niveles de análisis que ni un exhaustivo estudio de la presentación tabular de los datos proporcionaría. La combinación de dos secuencias 15, o 27 asumiendo que ambas poseen las mismas connotaciones a nivel de cartografía temática, es decir de dos mapas que codifican indicadores medidos en escala absoluta a través del valor, genera lo que se ha denominado en el capítulo anterior leyenda de doble entrada con dos ejes secuenciales que se puede aplicar sobre el marco de referencia en cifras absolutas que supone la secuencia 20 (Composición J)

El empleo de este tipo de codificación permite descubrir relaciones y tendencias imposibles de detectar de otro modo, a lo que se le añade la posibilidad de aplicación al estudio demográfico de los análisis *shift-share* entendiendo el mismo como un instrumento de análisis regional de gran utilidad, cuyo objetivo es descomponer el crecimiento regional, observado en un periodo de tiempo, en una serie de factores. *La idea de descomponer un cambio en una determinada variable entre las distintas partes que hayan contribuido a dicho cambio o, simplemente, de describir las diferencias en una determinada variable para un determinado colectivo mediante la descomposición de los distintos factores que la determinan, ha sido un recurso habitual en el estudio de los más diferentes temas desde antes de los años 70* (Martín Rodríguez, 2006). Sin embargo la representación cartográfica de todas estas partes que contribuyen a los cambios, no es tan reciente aunque ya tenemos que

remontarnos 16 años para encontrar su reflejo en el Atlas Nacional de España, fascículo 14b (Calvo Palacios *et al.*, 1992b) donde esta técnica se aplica con brillantes resultados.

La propuesta de Calvo y Pueyo para analizar el crecimiento demográfico en España se materializa en los mapas de Dinámica Demográfica cuya leyenda presenta la estructura que se describe en este apartado: combinación de dos variables, Variación de Población y Variación de Potencial Inferido, cuya representación original mediante leyendas secuenciales generan al combinarse una leyenda de doble entrada (*Vid Figura 3-25*).

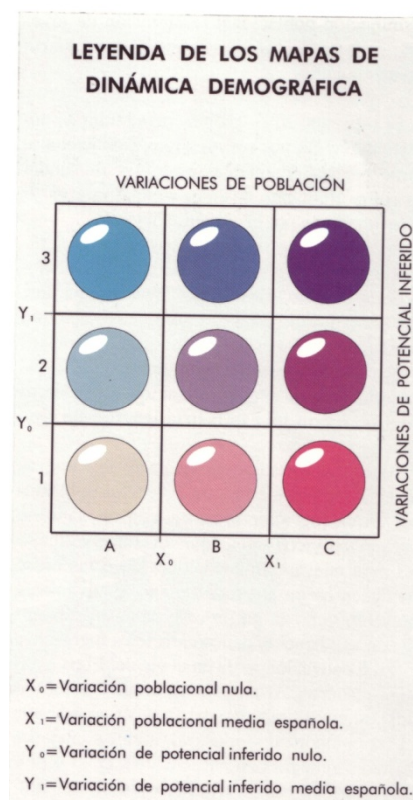


Figura 3-25: Leyenda del mapa de Dinámica demográfica. (Calvo Palacios *et al.*, 1992a)

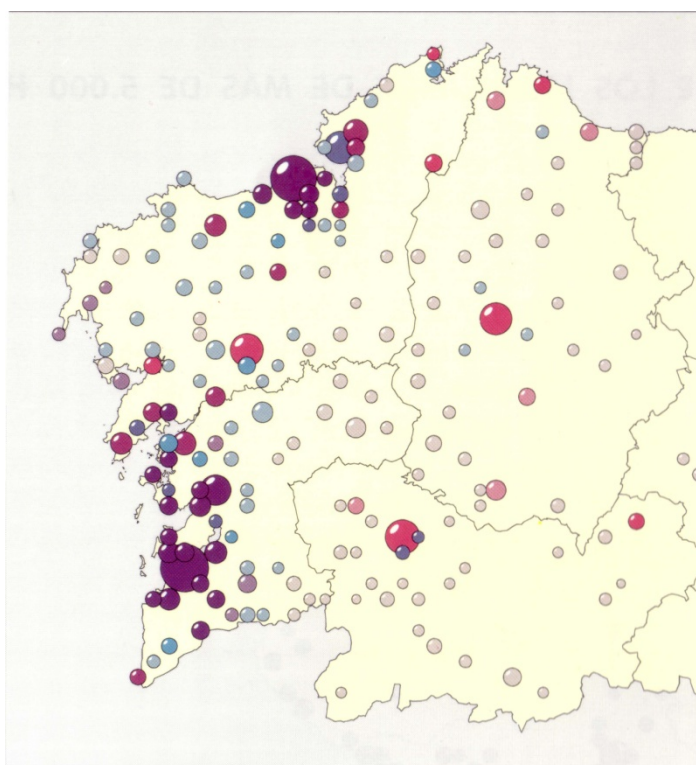
A partir de estas leyendas se puede saber que la Variación Demográfica, adjudicada al eje horizontal, en cada período permite distinguir tres grupos de unidades administrativas:

1. Unidades que en el período considerado han perdido población en cifras absolutas.
2. Unidades que en el período considerado han ganado población en cifras absolutas pero por debajo de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han perdido peso.
3. Unidades que en el período considerado han ganado población en cifras absolutas por encima de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han ganado peso.

Mientras, la Variación de Potencial Inferido, eje vertical, permite establecer una triple diferenciación:

- A. Unidades que en el período considerado han perdido población inferida en cifras absolutas.
- B. Unidades que en el período considerado han ganado población inferida en cifras absolutas pero por debajo de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han perdido peso por su posición.
- C. Unidades que en el período considerado han ganado población inferida en cifras absolutas por encima de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han ganado peso por su posición.

La combinación en un análisis de doble entrada de los grupos 1, 2, 3, A, B y C da lugar a una clasificación en nueve grupos, que permite obtener conclusiones acerca de los espacios y núcleos dinámicos y regresivos en las áreas de estudio (Vid. Mapa 3-37).



Mapa 3-37: Detalle del mapa de Dinámica Demográfica (Calvo Palacios et al., 1992a).

La creación de otras composiciones basadas en leyendas de doble entrada es posible (el límite se encuentra en el número de combinaciones de todas las opciones con todas), pero cabe destacar las realizadas a partir de las secuencias 2 y 27, unidas a la 20 como referencia de cifras absolutas, que tiene la particularidad de incorporar información cualitativa y cuantitativa (Composición K) (Vid Mapa 3-38).

La estructura de empleo en Eslovenia se presenta con una leyenda de doble entrada en la que un eje muestra la predominancia fuerte o débil de cada uno de los sectores, lo que se determina a partir de magnitudes cuantitativas considerando el 50 por ciento como cifra crítica, por debajo y encima del mismo se observa un cambio de valor, es el eje secuencial.

El otro eje corresponde a una variable cualitativa que determina el carácter del sector: primario, secundario, terciario o cuaternario a través de la variable visual color. La combinación de estas dos trayectorias (27 y 2) con la secuencia 37 que gradúa los elementos puntuales en relación con el total de empleados por asentamiento genera una composición compleja, rica en información que permite un análisis detallado de la situación.

3.3. PROPUESTA CARTOGRÁFICA

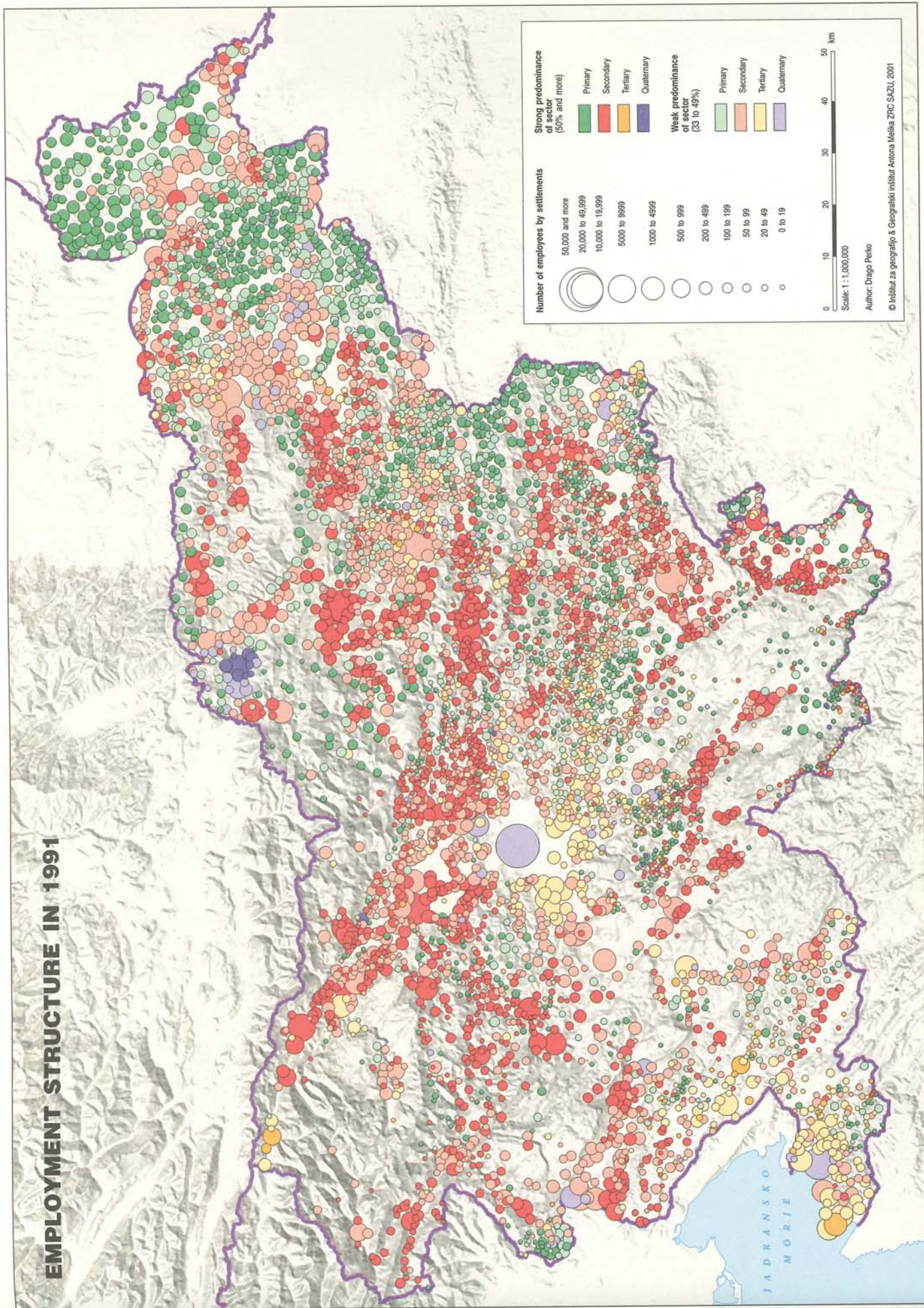
El objetivo de este apartado, y tal vez de la tesis doctoral en su conjunto, es presentar una propuesta que abarque el cartografiado de aquellas variables demográficas cuya plasmación espacial se considera relevante para caracterizar la población de un territorio.

Con este fin se asume el sistema de diseño cartográfico descrito en el apartado anterior, cuya base reside en la caracterización de las variables reales a través de la Secuencia de Análisis y en la búsqueda de la trayectoria cartográfica que las represente con mayor eficacia, lo que viene a llamarse Secuencia de Decisiones. Dichas trayectorias y su combinación en forma de Composiciones Cartográficas definen la información temática y la codificación presente en cada mapa, tratando de optimizar su diseño.

A continuación se presentan en forma de tablas las secuencias propuestas para cada una de las variables demográficas que poseen la característica requerida previamente, y que ya han sido descritas en secciones anteriores. Enlazando con la justificación del empleo de cifras absolutas como marco de referencia, se ha procurado emplearlas tanto como ha sido posible por lo que la mayoría de mapas que se proponen resultan de la representación conjunta de dos o más variables reales a través de composiciones cartográficas, una de las cuales refiere las cifras absolutas.

Resulta evidente que la concepción teórica de los mapas no permite afrontar problemáticas concretas como las derivadas de la selección de momentos temporales o de escalas de trabajo que deben dejarse para las aplicaciones a casos concretos. La profundización en estos aspectos queda destinada al capítulo siguiente, que aborda la implementación de esta propuesta a territorio nacional. La presentación de la propuesta emplea la estructura temática ya utilizada previamente en la definición de las variables demográficas: Distribución de la Población; Estructura de la Población; Movimientos Naturales de la Población; Movimientos Migratorios de la Población; Dinámica funcional y Calidad de Vida de la Población, sin embargo se añade un último epígrafe: La Variación de la Población como variable explicada, cuya concepción se basa en la posibilidad de generar mapas analíticos que permitan visualizar la relación entre dos variables reales.

EMPLOYMENT STRUCTURE IN 1991



Mapa 3-38: Estructura de Empleo, 1991. (Fridl et al., 2001)

Es necesario realizar algunos matices antes de pasar a la exposición de las distintas propuestas de diseño cartográfico, especialmente en lo referente al tipo de implantación puntual, puesto que se ha optado en todos los casos por el uso del círculo, debido a las ventajas ya expuestas en el capítulo segundo. La decisión de seleccionar dimensionamientos superficiales o volumétricos depende directamente de los datos concretos sobre los que se trabaje, dado que ambos ofrecen distintas posibilidades y limitaciones, por lo que no se tiene preferencia.

3.3.1. Propuesta cartográfica: distribución de la población

La propuesta para este apartado temático se caracteriza por la diversidad de representaciones de la que hace gala. Resulta evidente que algunos de los mapas más sencillos se engloban aquí: tanto la representación de la población total en cifras absolutas como la de la densidad de población y su variación sobre superficies se configuran como cartografías simples, formadas por una sola variable real y por lo tanto una sola trayectoria. Sin embargo en el mismo apartado aparecen algunos de los mapas que presentan mayor complejidad: la Dinámica Demográfica cuya composición incluye tres variables reales además de una concepción teórica compleja y los Potenciales de Población con un diseño conceptual que requiere una elevada capacidad de abstracción para su entendimiento por parte del lector y que es la única propuesta que utiliza modelos de representación ráster.

En el caso de las representaciones de crecimientos demográficos se opta por una visión contextualizadora doble, empleando dos mapas distintos para representar la misma variable real mediante leyendas de valor divergentes en torno al crecimiento cero: por un lado se gradúa el tamaño de los círculos respecto a las cifras totales de población y por otro a los datos absolutos de la variación, de manera que se aportan dos visiones de un mismo fenómeno. De igual forma el Peso Demográfico se representa mediante una composición basada en el tamaño y el valor.

| POBLACIÓN TOTAL | | | | | | |
|-----------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | - |

| VARIACIÓN DE POBLACIÓN RELATIVA | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Variación porcentual de población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| VARIACIÓN DE POBLACIÓN RELATIVA Y ABSOLUTA | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Variación porcentual de Población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Variación en cifra absolutas | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| DENSIDAD DE POBLACIÓN | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Densidad de Población | Cuantitativa | Razón | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 25 | - |

| VARIACIÓN DE DENSIDAD | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Variación de densidad | Cuantitativa | Razón | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 25 | - |

| PESO DEMOGRÁFICO | | | | | | |
|------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Peso demográfico | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| POTENCIAL DE POBLACIÓN | | | | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | - | Variable visual | | |
| Potencial de población | Cuantitativa | Intervalos | RASTER | Valor / Combinación valor-color | 18 | - |

| VARIACIÓN DE POTENCIAL DE POBLACIÓN | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | - | Variable visual | | |
| Variación de potencial de población | Cuantitativa | Intervalos | RASTER | Valor / Combinación valor-color | 18 | - |

| DINÁMICA DEMOGRÁFICA | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Variación de Población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de Potencial Inferido | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 15 | |
| Variación en cifra absolutas | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

3.3.2. Propuesta cartográfica: estructura de la población

Los indicadores referidos a la Estructura de la Población encuentran en su mayoría, una representación eficiente en la composición B formada por las trayectorias 27 y 20, lo que refiere a la combinación de una variable cuantitativa medida en escala absoluta y representada mediante gradaciones de valor sobre símbolos puntuales cuyo tamaño es proporcional a la población total. Es importante asumir que la variable principal es la definida por el valor y la secundaria la graduada por tamaño. El valor, especialmente en su combinación con el color, focaliza la atención del receptor, que se dirige a ella en primer lugar dejando para una lectura posterior más exhaustiva la consideración exacta del tamaño.

Es aconsejable que exista relación entre ambas variables si se apuesta por una representación conjunta, sirva el ejemplo de la Tasa de Juventud que refiere a la relación entre la población menor de 15 años y el total de habitantes de una entidad administrativa. En este caso la contextualización por tamaño deberá referir a una de las dos variables fundamentales que forman la ecuación: la población joven o el total de habitantes, siendo preferible esta última, que ofrece una idea general más clara.

Se proponen tan solo dos mapas de características más complejas: por un lado una composición J que busca la relación entre la Tasa de Feminidad y de Envejecimiento y por otro la composición D, que trata de concentrar en un solo mapa diversas informaciones de carácter económico: el peso del empleo en el sector terciario y la actividad predominante no terciaria de cada entidad administrativa. Cabe mencionar que la aplicación de esta última, realizada sobre implantación superficial, no puede considerarse estrictamente correcta puesto que se trata de una variable medida en escala nominal, sin embargo, siendo necesaria la asunción de que *la cartografía se mueve entre subóptimos*, se considera que su inclusión resulta beneficiosa puesto que aporta útil información complementaria.

Se ha procedido a organizar las propuestas según los bloques temáticos ya utilizados: Estructura por sexo, Edad, la combinación de ambas, y Estructura económica.

3.3.2.1. Propuesta cartográfica: estructura por Sexo

| TASA DE FEMINIDAD | | | | | |
|-------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | |
| Tasa de feminidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 |
| | | | | | B |

3.3.2.2. Propuesta cartográfica: estructura por Edad

| TASA DE JUVENTUD | | | | | | |
|------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Juventud | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE JUVENTUD CORREGIDA (MENORES DE 25) | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Juventud corregida | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE ENVEJECIMIENTO | | | | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de envejecimiento | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| EVOLUCIÓN DE LA TASA DE JUVENTUD | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Evolución de la Tasa de Juventud | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| EVOLUCIÓN DE LA TASA DE ENVEJECIMIENTO | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Evolución de la Tasa de Envejecimiento | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE ENVEJECIMIENTO DE VEYRET-VERNET | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de envejecimiento (Veyret-Vernet) | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE DEPENDENCIA | | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Dependencia | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE DEPENDENCIA JUVENIL | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Dependencia Juvenil | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE DEPENDENCIA SENIL | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Dependencia Senil | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| COMBINACIÓN TASA DE FEMINIDAD Y DE ENVEJECIMIENTO | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de feminidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Tasa de envejecimiento | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

3.3.2.3. Propuesta cartográfica: combinación de estructura por sexo y edad

| COMBINACIÓN TASA DE FEMINIDAD Y DE ENVEJECIMIENTO | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de feminidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Tasa de envejecimiento | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

3.3.2.4. Propuesta cartográfica: estructura económico-laboral

| TASA DE ACTIVIDAD | | | | | | |
|-------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Actividad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE OCUPACIÓN | | | | | | |
|-------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Ocupación | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE PARO | | | | | | |
|-----------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Paro | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| ACTIVIDAD ECONÓMICA | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Peso del Sector Terciario | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | D |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Actividad predominante no Terciaria | Cualitativa | Nominal | Superficial | Color | 6 | |

3.3.3. Propuesta cartográfica: movimientos naturales de la población

La principal característica de los Movimientos Naturales de la Población es que presentan un número especialmente elevado de variables estandarizadas cuyo empleo es relativamente común y su cartografiado puede resultar significativo.

Es por eso que parte de las propuestas realizadas han tratado de incorporar tres variables en un mismo mapa resultando especialmente útil la composición E, que habiendo utilizado dos variables reales sobre implantación puntual añade una tercera sobre superficie, aun asumiendo, tal y como se ha comentado previamente, que no es un empleo teóricamente correcto. No conviene olvidar que la necesidad de que la tercera variable se encuentre relacionada con las anteriores, siendo mejor si aporta explicaciones de causalidad.

El resto de mapas presentan composiciones ya utilizadas en apartados anteriores especialmente la B, destacando tan solo la aparición de variables medidas en escala de intervalos tales como el Número de hijos por mujer, que configuran composiciones tipo L, de empleo menos extendido.

| TASA DE NATALIDAD | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de natalidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | E |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Esperanza de vida al nacer | Cuantitativa | Intervalos | Superficial | Valor - Combinación valor-color | 18 | |

| TASA DE MORTALIDAD | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Mortalidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | E |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Edad media | Cuantitativa | Intervalos | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 18 | |

| TASA DE CRECIMIENTO NATURAL | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Crecimiento Natural | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE MORTALIDAD INFANTIL | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Mortalidad Infantil | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | E |
| Número total de nacidos | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Edad media a la Maternidad | Cuantitativa | Intervalos | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 18 | |

| MUJERES EN EDAD DE REPRODUCCIÓN | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Mujeres en Edad de Reproducción | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Número total de mujeres | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE FECUNDIDAD | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Fecundidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | F |
| Número total de mujeres | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Mujeres entre 15 y 49 años | Cuantitativa | Absoluta | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 30 | |

| NÚMERO DE HIJOS POR MUJER | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Número de hijos por mujer | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 15 | L |
| Número total de mujeres | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| HIJOS DE MADRES NO CASADAS | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Hijos de madres no casadas | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Número total de nacidos | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE NUPCIALIDAD | | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Nupcialidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| ESTADO CIVIL | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Porcentaje de población según Estado Civil | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

3.3.4. Propuesta cartográfica: movimientos migratorios de la población

Resulta especialmente significativa la importancia de las cifras absolutas para el estudio de los Movimientos Migratorios de la población dado que permiten la comprensión de las magnitudes reales del fenómeno. Es por esto que se ha apostado por mapas sencillos que, presentando tan solo una variable a través del tamaño, permitan focalizar la atención en las dimensiones totales.

Las diferencias aparecen en la elección del tipo de implantación: puntual para el recuento de las distribuciones actuales de migrantes y lineal para la medida de los flujos migratorios, las líneas en este caso no representan fenómenos físicos, sino relaciones de volumen de población desplazada entre dos unidades administrativas. De esta manera, cobra especial relevancia la variable tamaño, que permite una cuantificación directa de las variables.

El resto de mapas, presentan la estructura de composición B, la que posee un uso más frecuente, presentando los distintos indicadores mediante simbología puntual, siempre graduada en relación a las tan significativas cifras totales.

| TASA DE EMIGRACIÓN INTERIOR | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Emigración Interior | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE INMIGRACIÓN INTERIOR | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Inmigración Interior | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| SALDO MIGRATORIO INTERIOR | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Saldo Migratorio Interior | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| MOVIMIENTOS MIGRATORIOS INTERIORES | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Cifras totales de desplazados | Cuantitativa | Razón | Lineal | Tamaño | 22 | - |

| TASA DE AUTOCTONÍA | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Autoctonía | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| ESPAÑOLES EN EL MUNDO | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Españoles en el mundo | Cuantitativa | Recuento | Puntual | Tamaño | 37 | - |

| POBLACIÓN EXTRANJERA | | | | | | |
|----------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Población Extranjera | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| POBLACIÓN EXTRANJERA SEGÚN CONTINENTE DE PROCEDENCIA | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Porcentaje de población por continente de procedencia | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| INMIGRANTES SEGÚN NACIONALIDAD | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Inmigrantes según nacionalidad | Cuantitativa | Recuento | Puntual | Tamaño | 37 | - |

3.3.5. Propuesta cartográfica: dinámica funcional

De nuevo la composición B que compagina la variable principal representada a través del valor, o preferiblemente a través de la combinación valor-color, con las cifras totales que apoyan la lectura es la tónica dominante, se crea de este modo un bloque de representación uniforme que facilita la lectura conjunta. Una vez decodificado el primer mapa el proceso es el mismo para los siguientes.

| POBLACIÓN VINCULADA | | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de vinculación | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| POBLACIÓN VINCULADA QUE RESIDE Y TRABAJA EN UN MUNICIPIO | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Población Vinculada que reside y trabaja en un municipio | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| POBLACIÓN VINCULADA QUE TRABAJA EN UN MUNICIPIO | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Población Vinculada que trabaja en un municipio | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| POBLACIÓN VINCULADA QUE POSEE UNA SEGUNDA VIVIENDA EN UN MUNICIPIO | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Naturaleza | Escala medida | | |
| Población Vinculada que posee una segunda vivienda en un municipio | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO DIARIO INFERIOR A TREINTA MINUTOS | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Naturaleza | Escala medida | | |
| Porcentaje de población que emplea menos de 30 minutos en sus desplazamientos diarios al lugar de trabajo o de estudio | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO DIARIO SUPERIOR A UNA HORA | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Porcentaje de población que emplea más de una hora en sus desplazamientos diarios al lugar de trabajo o de estudio | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

3.3.6. Propuesta cartográfica: calidad de vida de la población

De nuevo la mayoría de representaciones recaen sobre la composición tipo B, dado que los indicadores medidos en porcentajes se hallan especialmente extendidos entre las variables demográficas. Tan solo cabe destacar la aparición de nuevo de composiciones tipo L que remiten a datos medidos en escala de Intervalos, como es el caso de la Condición Socioeconómica o el Nivel medio de Estudios.

Además aparece un nuevo tipo de composición utilizado: M que conjuga dos variables medidas en la misma escala (Razón) pero representadas mediante distinta variable visual (Valor y tamaño).

| CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Condición socioeconómica | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 15 | L |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| NÚMERO DE VEHÍCULOS POR HOGAR | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Número de vehículos por hogar | Cuantitativa | Razón | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 21 | M |
| Total de hogares | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| DISPONIBILIDAD DE SEGUNDA VIVIENDA POR HOGAR | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Disponibilidad de segunda vivienda por hogar | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Total de hogares | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| NIVEL MEDIO DE ESTUDIOS EN EL GRUPO 30-39 AÑOS | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Nivel medio de estudios en el grupo 30-39 años | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 15 | L |
| Población entre 30-39 años | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| ESTUDIOS PRE-OBLIGATORIOS | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Porcentaje de niños entre 0-3 años que están escolarizados | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Cifra total de niños entre 0-3 años | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| ESTUDIOS POST-OBLIGATORIOS | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Porcentaje de personas entre 16-25 años que cursan estudios post-obligatorios | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Cifra total de personas entre 16-25 años | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

3.3.7. Propuesta cartográfica: la variación de población como variable explicada

Este último apartado, permite utilizar las potencialidades derivadas del análisis visual que favorece la cartografía. La puesta en relación de diferentes variables con la Variación demográfica entendiendo esta última como dependiente de las demás, facilita la búsqueda de conexiones causales que permitan explicar el comportamiento del crecimiento de la población, ya sea positivo o negativo.

De esta manera todos los mapas adquieren la forma de la composición J, en la que confluyen tres trayectorias: Dos 27 representando mediante implantación puntual y valor las dos variables principales que se combinan, y la 20 que crea el marco de cifras absolutas que sirve como medida de referencia. Tal y como se ha mencionado a lo largo de la explicación del sistema de clasificación cartográfico, estas representaciones corresponden a leyendas de doble entrada en las cuales se trabaja con el color para conformar una distribución de dos secciones que marquen la situación por encima o debajo de la media nacional de cada entidad, y con el valor para indicar la medida de Variación de Población, ya sea referente a crecimiento nulo, inferior o superior a la media nacional para cada unidad administrativa.

| COMBINACIÓN TASA DE FEMINIDAD Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Feminidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| COMBINACIÓN TASA DE JUVENTUD Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Juventud | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| COMBINACIÓN ÍNDICE DE DEPENDENCIA JUVENIL Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Índice de Dependencia Juvenil | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| COMBINACIÓN TASA DE ENVEJECIMIENTO Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Envejecimiento | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| COMBINACIÓN TASA DE VINCULACIÓN Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Vinculación | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

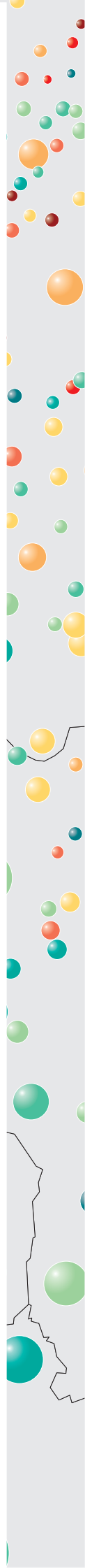
| COMBINACIÓN TASA DE OCUPACIÓN Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Ocupación | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| COMBINACIÓN PESO DEL SECTOR TERCIARIO Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Peso del Sector Terciario | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| COMBINACIÓN CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Condición Socioeconómica | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |



APLICACIÓN DE LA PROPUESTA CARTOGRÁFICA EL CASO ESPAÑOL



4. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA CARTOGRÁFICA: EL CASO ESPAÑOL

La finalidad de este capítulo es aplicar el marco metodológico presentado en el capítulo 2 poniendo en práctica las consideraciones temáticas ligadas a la *Geodemografía* expuestas en el capítulo 3 para elaborar la propuesta planteada en ese mismo capítulo analizando posteriormente, en clave cartográfica, los principales resultados.

Casi siempre empezar por el principio es una norma digna de tener en cuenta, por eso en primer lugar se expondrá la aplicación completa del proceso cartográfico al caso concreto seleccionado. De este modo se pretende exponer el trabajo práctico, entendiéndolo como el realizado con la información temática y bases espaciales reales en el marco de los SIG y de los programas infográficos que suplantaban las deficiencias de los primeros.

El entorno de trabajo en el que se ha desarrollado esta tesis doctoral es el marco del Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza que, durante el periodo de desarrollo del estudio, contaba con un convenio de colaboración con el Instituto Geográfico Nacional, Subdirección de Aplicaciones Geográficas y en concreto el área de Cartografía Temática y Atlas Nacional. Esto hizo considerar el territorio español como el idóneo para aplicar y validar las propuestas realizadas, pero la justificación viene también de la mano de otros motivos:

- La posibilidad de uso de la base espacial nacional a escala municipal, gracias a la colaboración con el Instituto Geográfico Nacional (en adelante IGN), que permite generar el resto de escalas provinciales y regionales.
- La facilidad de acceso a la información temática. La página web del Instituto Nacional de Estadística (en adelante INE) posibilita la descarga de tablas de datos a diferentes desagregaciones y para un rango temporal muy amplio, con la calidad contrastada que asegura un organismo estatal.
- Habiendo considerado otras opciones como la elección de una sola comunidad autónoma (Aragón por motivos obvios, Andalucía por disponer de un sistema de asentamientos equilibrado, La Comunidad Autónoma de Madrid o Cataluña debido a la existencia de las áreas metropolitanas de sus capitales respectivas...) se optó por recoger todo el territorio nacional de cara a que el proceso de trabajo presentara una complejidad tal que se asegurara la aparición de conflictos con soluciones diversas que favorecieran la necesidad de forzar el lenguaje cartográfico permitiendo obtener conclusiones relevantes y reflexiones críticas razonadas.

Aun habiendo realizado completa la propuesta cartográfica expuesta no se considera oportuno presentar en formato impreso todos los mapas resultantes debido a que a nivel cartográfico muchos de los mismos repiten trayectorias y composiciones de forma que no

presentan diferencias sustanciales. La vocación metodológica de esta tesis justifica la búsqueda de los aspectos principales que caracterizan la propuesta analizando para cada uno de ellos los ejemplos más significativos, ya sea porque muestran resultados satisfactorios, o porque se consideran susceptibles de mejora o de comentario en mayor profundidad. De esta forma el conjunto completo de mapas se presenta en el Anexo I incluido en el DVD adjunto.

Partiendo de la base de que la misma información de inicio puede generar multitud de mapas distintos ha sido necesario incluir en el análisis de las características cartográficas más relevantes la dosis necesaria de autovaloración de los mapas definitivos. La reflexión crítica acerca del propio trabajo es sin duda una de las formas que la ciencia tiene de avanzar poniendo en valor los aspectos positivos alcanzados y tratando de mejorar aquellos que al final del día no satisfagan al propio autor.

Como ya se ha señalado se pasa a describir el trabajo práctico realizado para posteriormente analizar las características cartográficas más relevantes que se materializan en el empleo de la implantación puntual y lineal ligada a la variable visual tamaño, el uso de la implantación superficial, el trabajo con composiciones complejas que permiten la visualización simultánea de tres variables reales mediante dos tipos de implantación, la utilización de cartografía ráster, el uso de series de mapas y el aprovechamiento de la capacidad analítica de la cartografía.

4.1. DESARROLLO DEL PROCESO DE DISEÑO Y ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA EMPLEADO

Para desarrollar este apartado se considerarán los apartados propuestos como fases del proceso cartográfico, exponiendo en primer lugar la manera en la que se ha diseñado la cartografía y a continuación su elaboración.

4.1.1. Etapa de diseño

Se exponen a continuación las tareas concretas realizadas respecto a cada una de las subetapas: identificación del proyecto, selección y tratamiento de los componentes de la cartografía y codificación temática.

4.1.1.1. Identificación del proyecto

En esta fase se especificará el objetivo del mapa, los modelos cartográficos utilizados para las variables reales seleccionadas indicando la escala de agregación y la fecha, la estimación de tiempo, la identificación del usuario final de la cartografía, el soporte a la que será realizada, las aplicaciones informáticas empleadas y las limitaciones o condicionantes técnicos del proyecto.

4.1.1.1.1. Objetivo del mapa

Presentar de forma objetiva la realidad geodemográfica española de manera que se favorezca el análisis y la extracción de conclusiones respecto a su distribución espacial,

estructura, movimientos y calidad de vida, así como a su papel en las funciones del espacio.

4.1.1.1.2. Variables reales a representar y mapas resultantes

Este apartado se ha expuesto en el capítulo anterior en la propuesta propiamente dicha, sin embargo en el momento de identificación del proyecto debe especificarse no solo las variables a representar y las trayectorias y composiciones cartográficas a seguir, sino también el grado de agregación y las fechas de referencia para cada una de ellas.

De este modo se muestra a continuación el listado de mapas, distinguiendo el grado de agregación en cada uno (Municipal, provincial o regional) y el año o periodo al que se refiere. Para facilitar la lectura se ha mantenido la ordenación temática de las variables.

1) La distribución de la población

Población total:

- Municipal: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 y 2007.
- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 y 2007.

Variación de Población Relativa:

- Municipal: 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001, 2001-2007.
- Provincial: 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981, 1981-1991, 1991-2001 y 2001-2007.

Variación de Población Relativa y absoluta:

- Municipal: 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001, 2001-2007.
- Provincial: 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981, 1981-1991, 1991-2001 y 2001-2007.

Densidad de Población:

- Municipal: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 y 2007.
- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 y 2007.

Variación de densidad:

- Municipal: 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001, 2001-2007.
- Provincial: 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981, 1981-1991, 1991-2001 y 2001-2007.

Peso demográfico:

- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 y 2001.

Potencial de población:

- Mapa ráster: 1970, 1981, 1991, 2001 y 2005.

Variación de Potencial de Población:

- Mapa ráster: 1970-2005, 1970-1981, 1970-1991, 1970-2001, 1981-1991, 1991-2001, 1991-2005 y 2001-2005.

Dinámica demográfica:

- Municipal: 1970-2005, 1970-1981, 1970-1991, 1970-2001, 1981-1991, 1991-2001, 1991-2005 y 2001-2005.

2) Estructura de la población:

Tasa de Feminidad

- Municipal: 2001
- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 y 2001.

Tasa de Juventud

- Municipal: 1991 y 2001
- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 y 2001.

Tasa de Juventud corregida (menores de 25):

- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 y 2001.

Tasa de Envejecimiento

- Municipal: 1991 y 2001
- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 y 2001.

Evolución de la Tasa de Juventud:

- Provincial: 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981 y 1981-2001.

Evolución de la Tasa de Envejecimiento:

- Provincial: 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981 y 1981-2001.

Tasa de Envejecimiento de Veyret-Vernet

- Municipal: 1991 y 2001
- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 y 2001.

Tasa de Dependencia

- Provincial: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 y 2001.

Tasa de Dependencia Juvenil

- Municipal: 2001

Tasa de Dependencia Senil

- Municipal: 2001

Combinación Tasa de Feminidad y de Envejecimiento

- Municipal: 2001

Tasa de Actividad

- Municipal: 2001

Tasa de Ocupación

- Municipal: 2001

Tasa de Paro

- Municipal: 2001

Actividad Económica

- Municipal: 2001

3) Movimientos naturales de la población:

Tasa de Natalidad:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Tasa de Mortalidad:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Tasa de Crecimiento Natural:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Tasa de Mortalidad Infantil:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Mujeres en Edad de Reproducción:

- Municipal: 2001.

Tasa de Fecundidad:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Número de hijos por mujer:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Hijos de madres no casadas:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Tasa de Nupcialidad:

- Provincial: 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Estado civil:

- Provincial: 2001

4) Movimientos migratorios de la población:

Tasa de Emigración Interior:

- Provincial: 2001 y 2004.

Tasa de Inmigración Interior

- Provincial: 2001 y 2004.

Saldo Migratorio Interior:

- Provincial: 2001 y 2004.

Movimientos migratorios interiores:

- Regional: 1960-1970, 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001 y 2001-2004.

Tasa de Autoctonía:

- Municipal: 2001.

Espanoles en el mundo:

- Mundial: 2005

Población Extranjera

- Municipal: 2001 y 2006.

- Provincial: 2001 y 2006.

Población extranjera según continente de procedencia

- Provincial: 2006

Inmigrantes según nacionalidad

- Mundial: 2001

5) Dinámica funcional de la población:

Población Vinculada:

- Municipal: 2001.

Población Vinculada que reside y trabaja en un municipio:

- Municipal: 2001.

Población Vinculada que trabaja en un municipio:

- Municipal: 2001.

Población Vinculada que posee una segunda vivienda en un municipio:

- Municipal: 2001.

Tiempo de desplazamiento diario inferior a treinta minutos:

- Municipal: 2001.

Tiempo de desplazamiento diario superior a una hora:

- Municipal: 2001.

6) Calidad de vida de la población:

Condición socioeconómica:

- Municipal: 2001.

Número de vehículos por hogar:

- Municipal: 2001.

Disponibilidad de segunda vivienda por hogar:

- Municipal: 2001.

Nivel medio de estudios en el grupo 30-39 años:

- Municipal: 2001.

Estudios pre-obligatorios:

- Municipal: 2001.

Estudios post-obligatorios:

- Municipal: 2001.

7) La variación de la población como variable explicada:

Relación entre el crecimiento demográfico y el Índice de Feminidad:

- Municipal: 2001.

Relación entre el crecimiento demográfico y el Índice de Juventud:

- Municipal: 2001.

Relación entre el crecimiento demográfico y el Indicador de Dependencia Juvenil:

- Municipal: 2001.

Relación entre el crecimiento demográfico y el Índice de Envejecimiento:

- Municipal: 2001.

Relación entre el crecimiento demográfico y la población Vinculada:

- Municipal: 2001.

Relación entre el crecimiento demográfico y la Tasa de Ocupación:

- Municipal: 2001.

Relación entre el crecimiento demográfico y el peso del Sector Terciario:

- Municipal: 2001.

Relación entre el crecimiento demográfico y la Condición Socioeconómica media:

- Municipal: 2001.

4.1.1.1.3. Estimación de tiempo

El proceso completo de diseño y elaboración de todos los mapas puede suponer aproximadamente un año y medio de tiempo.

4.1.1.1.4. Identificación del usuario final del mapa

Los mapas que contiene esta tesis van dirigidos a público experto, sin embargo se ha querido ampliar el espectro de posibles usuarios a cualquier persona interesada en dedicar tiempo a comprender un mapa cuyo contenido le resulte de utilidad.

Cualquier autor espera que el nivel de lectura que puedan alcanzar los receptores sea global, pero esto depende intrínsecamente de los mismos y del tiempo que estén dispuestos a invertir ya sea en la obtención de correspondencias simples, en la obtención de conclusiones o en la extracción de tendencias de comportamiento.

4.1.1.1.5. Soporte final

Los mapas que se van a realizar están pensados para un doble soporte: por una parte en papel mate de color blanco un gramaje de 100 gr/m², impreso a una resolución de 600 ppp, y por otra en soporte digital en formato Portable Document Format (en adelante pdf) con una resolución adecuada para una pantalla de ordenador personal con posibilidad de ampliar el documento hasta en un 6.400%.

4.1.1.1.6. Aplicaciones informáticas

Para el tratamiento de datos se ha optado por la utilización tanto de Excel como de Access, ambos pertenecientes al paquete Microsoft Office[®] 2003 y 2007, el manejo y edición de las bases espaciales así como el proceso de codificación cartográfica se ha realizado con ArcGIS[®] en sus versiones 9.0, 9.1 y 9.2, el acabado de calidad se ha procurado trabajando con Macromedia[®] FreeHand[®] versiones 9 y MX y finalmente el formato digital de los mapas se ha obtenido mediante Adobe[®] Acrobat[®] 8 Professional, todos ellos con licencia de la Universidad de Zaragoza o el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio perteneciente a la misma.

4.1.1.1.7. Limitaciones y condicionantes técnicos

La potencia de los equipos informáticos al comienzo de la tesis supusieron un problema a la hora de trabajar con las bases municipales puesto que requerían un tiempo elevado de computación, lo cual fue posteriormente resuelto.

La necesidad de trabajar con colores reales requirió la calibración de la pantalla de manera que las gamas cromáticas que aparecieran en la misma fueran lo más semejantes posibles a las de impresión, así como diversas pruebas de imprenta para poder trabajar con la salida real del color.

4.1.1.2. Componentes de la cartografía temática

Se detallan a continuación las tareas más relevantes realizadas en relación con la base espacial y la información temática.

4.1.1.2.1. La base espacial

4.1.1.2.1.1 Tipología

La identificación del proyecto muestra que deben utilizarse al menos tres bases espaciales diferentes:

A) BASE DE ÁMBITO ESPAÑOL

Una de tipo vectorial cuya incorporación en entorno SIG permita su adaptación al concepto de MRDB, de manera que de una sola base original se puedan obtener diferentes grados de agregación y escalas de resolución. Esta base ha sido proporcionada por el IGN, en formato de intercambio de archivos de ArcInfo® (extensión .e00) cuya escala óptima de visualización es 1:1.000.000. Incluye dos tipos de elementos: los límites municipales como capa superficial y las cabeceras municipales como capa puntual.

B) BASE DE ÁMBITO MUNDIAL

Determinados mapas se han planteado para obtener informaciones a nivel de países, por ejemplo el número de españoles en cada nación o los inmigrantes en España según nacionalidad, por lo que es necesario el trabajo con una base vectorial tipo mapamundi, también suministrada por el IGN sin georreferenciación. Incluye únicamente los límites nacionales en una capa superficial.

C) BASE RÁSTER

Se pretende presentar los resultados del cálculo de potenciales de población que requieren una base ráster, ésta fue creada de propio partiendo de los límites nacionales en formato vectorial.

4.1.1.2.1.2 Elementos de las bases cartográficas

A) SISTEMA DE PROYECCIÓN

Se selecciona el sistema cilíndrico conforme conocido como Sistema Universal Transversal de Mercator, European Datum de 1950, Huso 30 Norte para la península y 28 Norte para las Islas Canarias, lo que obliga a trabajar en dos capas distintas y un doble marco de trabajo en el SIG.

B) GRADO DE AGREGACIÓN Y ESCALA DE TRABAJO

La ejecución de la propuesta cartográfica presentada requiere tres grados de agregación

en la base vectorial: municipal, provincial y regional. Cada uno demanda una escala de trabajo concreta, condicionada por el formato de salida final en papel, puesto que el soporte digital limita en menor medida. De este modo la base podrá proyectarse, previo proceso de edición intermedio, a cuatro escalas: 1: 16.000.000, 1:8.250.000, 1:5.750.000 o 1:4.000.000. Respecto a la base ráster el grado de desagregación corresponde con la resolución espacial que en este caso son 25 km² por píxel.

4.1.1.2.1.3 **Proceso de edición:**

En primer lugar se creó una nueva estructura de bases de datos espaciales, a la que se importaron los archivos originales transformándolos desde un .e00 a un Personal Geodatabase Feature Class, formato nativo de ArcGIS®. Las bases originales se encontraban separadas en tres capas una para cada uno de los conjuntos insulares y otra para la península, pero se agruparon en dos en relación con el sistema de coordenadas que localiza Canarias en Huso 28 Norte y el resto en 30 Norte, de manera que finalmente quedaban cuatro capas dos para la península y Baleares (una de puntos y otra de polígonos) y lo mismo para Canarias.

El análisis de la tabla de datos asociada (*Vid. Figura 4-1*) puso de manifiesto la necesidad de realizar varios procesos de edición:

- El campo SHN es válido como clave primaria pero no como clave externa puesto que la información temática posee una clave distinta: el código INE. El problema no es grave puesto que SHN está formado por dos primeros dígitos que corresponden a la comunidad autónoma, seguido del código INE compuesto por cinco cifras, las dos primeras indicadoras de la provincia y las tres últimas del municipio. Por lo tanto es suficiente con crear un campo nuevo (Cod_ine) en el cual se extraen a través de un campo calculado las 5 últimas cifras de SHN para lograr la correspondencia entre claves externas de la base espacial y la información temática de manera unívoca.

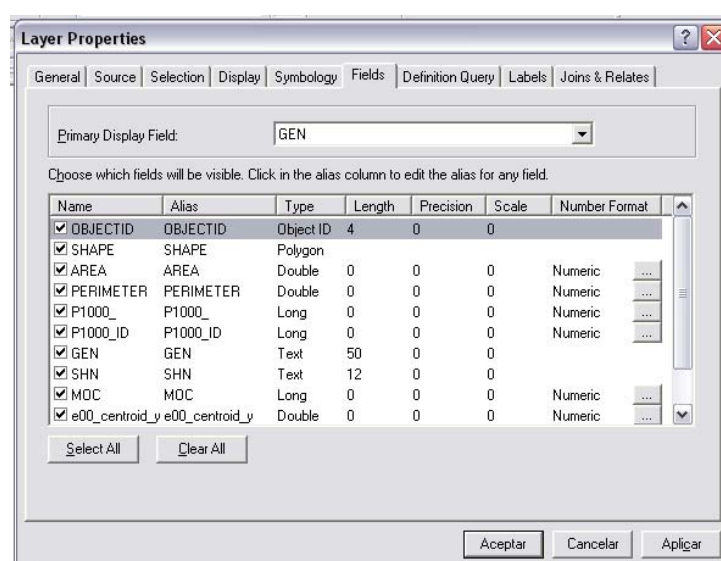


Figura 4-1: Configuración de campos de las bases de datos espaciales originales.

- El campo GEN/TOTO corresponde al nombre del municipio y en él se observan errores tipográficos. Además determinadas regiones poseen la nomenclatura escrita en minúsculas y otras en mayúsculas. Es obvia la necesidad de una homogeneidad en la escritura por lo que se recurre a la toponimia oficial suministrada por el IGN como información externa de referencia.
- El campo MOC asume cuatro valores diferentes, a saber:
 - 1) La cabecera municipal está localizada en las coordenadas correctas.
 - 2) La cabecera municipal se encuentra localizada en el centroide del polígono.
 - 3) Los polígonos codificados con este número son anexos a otros polígonos.
 - 4) Los polígonos marcados con esta cifra pertenecen a varias entidades municipales al mismo tiempo, se consideran condominios. En el propio nombre se reflejan los códigos INE de los municipios a los que pertenece.

Excepto el primer caso el resto requieren una adecuación de la base o al menos una toma de decisión respecto al mismo de manera que se ejecutan las siguientes tareas de edición:

- Una vez identificados los municipios cuyas capitales están mal localizadas, son 200 casos. Mediante material adicional (Hojas del mapa topográfico a 1:25.000 en papel, otras bases vectoriales...) se obtienen las coordenadas correctas y se rectifican en la base.
- Respecto a los registros con código MOC igual a 3 el proceso de corrección es ciertamente complejo. Este código significa que el polígono no es un municipio por sí solo, es un anexo a otro polígono que es el principal y que tiene el mismo código SHN pero un 1 en el campo MOC. La lista de anexos asciende a 713 y se han revisado uno a uno. La realidad territorial es que para un mismo código municipal aparece más de un polígono, considerando que la figura óptima para reflejar esto es un *polígono múltiple* se fusionan las entidades con un mismo código SHN generando una sola. Este proceso aunque automático se ha revisado municipio a municipio tras lo que se han encontrado algunos errores de codificación adicionales como los siguientes:
 - a. Alcocer de Planes: El municipio en sí tiene mal codificado el campo MOC porque aparece como 3 cuando debería ser 1.
 - b. Alicante/Alacant: El municipio en sí tiene mal codificado el campo MOC porque aparece como 3 cuando debería ser 1.
 - c. Almoradí: El municipio en sí tiene mal codificado el campo MOC porque aparece como 3.

- d. Altea: Solo existe una entidad con este nombre, aunque esté codificado como anexo se considera municipio (MOC igual a 1)
- e. Benissa: Solo existe una entidad con este nombre, aunque esté codificado como anexo se considera municipio (MOC igual a 1)
- f. La Rierta: Aparecen dos polígonos codificados con MOC igual a 2, estando uno de ellos está en África, que finalmente es eliminado por su tamaño. Se comprueba la identidad del otro y se rectifica.
- g. Loriguilla: Los códigos MOC de los dos polígonos están cambiados, se rectifica.
- h. Gaztelu: Uno de los polígonos que están codificados como anexo al mismo, en realidad es el municipio de Leaburu, se modifica.
- i. Melgar de Fermental: En el que coincidía el código SHN pero no el nombre, siendo un problema de nomenclatura.

- Por último el campo MOC igual a 4 hace referencia a los condominios, entidades territoriales que pertenecen a dos o más municipios al mismo tiempo. El número y la superficie de los condominios no es despreciable al trabajar con desagregación municipal pero son espacios que carecen de entidades de población referenciables y por lo tanto no tienen posibilidad de enlazar con la carga temática. Puesto que en total la población que reside en ellos no es superior a 150 habitantes, se considera que para el conjunto de España puede otorgársele el mismo tratamiento, en los mapas municipales, que al intervalo de menor intensidad de la leyenda.

Por otro lado se realiza la revisión topológica de la base aplicando y corrigiendo las siguientes reglas: No debe de haber superposición de elementos y no puede haber huecos entre elementos contiguos (*Vid. Figura 4-2*). Se han encontrado 2.934 errores respecto a la primera y 42 respecto a la segunda por lo que el proceso de corrección ha resultado especialmente largo y tedioso, puesto que la edición de los objetos se realiza a mano modificando los nodos que forman los perímetros.

Existen municipios que aparecen en las bases del INE pero no en las del IGN, por lo que tras comprobar su existencia real se introducen en la base espacial digitalizando sus límites para crear ocho entidades nuevas:

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 06005 La Albuera | 16125 Tragacete |
| 16040 Buenache de la Sierra | 46117 Emperador |
| 16149 Palomera | 23905 Arroyo del Ojanco |
| 16165 Poyatos | 46903 San Antonio de Benagéber |

| Rule | Errors | Exceptions |
|---------------------------------------|--------|------------|
| Must Be Larger Than Cluster Tolerance | 0 | 0 |
| Must Not Have Gaps peninsula | 42 | 0 |
| Must Not Overlap peninsula | 2934 | 0 |
| Total | 2976 | 0 |

Figura 4-2: Informe de errores topológicos (realizado mediante ArcGIS®) encontrados en la revisión y posteriormente corregidos.

Existen municipios que aparecen en las bases del IGN pero no en las del INE:

- 24111 Pedrosa del Rey: No es una entidad municipal, su territorio se ha segregado entre los municipios de Riaño y Boca de Huérgano.
- 40802 Común Grande de las Pegueras: No aparece en el listado del INE porque es un condominio, simplemente se codifica como tal en el campo correspondiente.
- 09431 La Riera, a este código responden dos polígonos, el primero que en realidad es otro municipio (Villafranca Montes de Oca) por lo que se introduce el nombre como tal, y el segundo que es una isla de dimensiones escasas en la costa africana. Por su tamaño se elimina de la base espacial.
- 32062 Porqueira: Es una entidad municipal por lo que debe quedarse como tal pero presenta un anexo inexistente en la realidad, que es suprimido.

Existen municipios que tienen equivocado el código SHN y asimismo también el código INE, por lo que se introduce correctamente:

- Marchamalo
- Valle de Sedano
- Pozocañada
- San Antonio de Benageber

La revisión de la consistencia interna de la base hace salir a la luz las siguientes cuestiones:

- Municipios con dos polígonos principales que en realidad uno de ellos es anexo: Castelnir, Guadalajara, Guardiola de Berguedá. Se convierten en polígonos múltiples al igual que se había hecho con aquellos que no tenían ese código equivocado.

- Municipios con dos polígonos considerados anexos, uno de los cuales debe ser principal: Almoradi, también reconvertido a polígono múltiple.
- Municipios que en principio están formados por dos polígonos pero uno de ellos es, en realidad, otro municipio. Identificando cual de los dos objetos corresponde a otra entidad se modifica en la tabla de datos tanto el código como la nomenclatura. Este problema aparecía en los siguientes casos:
 - Dumbría y Frades,
 - San Fulgencio y Formentera del Segura,
 - Arnoia y A Veiga,
 - Avión y Vilamartín de Valedoras,
 - Beade y Carballeda de Valedoras,
 - Piornal y Casas del Castañar,
 - Boborás y Rubiá.

A continuación se procede a la revisión y actualización de la base a través de documentos facilitados por el INE: el listado de modificaciones realizadas entre 1981 y 2001 que recoge 104 altas, 17 bajas, 1058 cambios de nombre y 91 correcciones de nomenclatura; y a partir de entonces para 2001, 2006 y 2007 se comprueban y editan las mismas modificaciones de manera que la base del año 2001 tiene 8.108 municipios y 84 condominios, la de 2006, 8.110 y los mismos condominios al igual que 2007 que cuenta con los mismos condominios y un municipio más.

El siguiente paso consiste en obtener a partir de la capa de polígonos municipales las correspondientes a los límites provinciales y regionales. Ya se ha mencionado que el campo SHN incluye un código compuesto por siete cifras, las dos primeras referidas a la región, las dos segundas a la provincia y tres últimas al municipio dentro del ámbito provincial. De este modo se generan dos campos nuevos uno para el código regional y otro para el provincial y se extraen las cifras correspondientes a cada uno desde el campo SHN. Así se pueden efectuar las operaciones en ArcGIS® que disuelvan la capa municipal en base a este código creando una base con límites provinciales y otra con las comunidades autónomas todos ellos coincidentes entre sí (*Vid. Figura 4-3*).

En el caso de la generación de las capas provincial y regional respecto a los elementos puntuales el proceso es más sencillo puesto que solamente requiere de la selección de las respectivas capitales de provincia o comunidad autónoma con las que se crean capas nuevas, cuya topología no es, por lo tanto, necesario revisar.

Debe hacerse un inciso para señalar que el tratamiento de las Islas Canarias se ha realizado siempre en capas independientes tanto de puntos como de polígonos para las cuales se repiten los mismos procesos ejecutados con la capa que incluye la Península, Baleares, Ceuta y Melilla.

La presentación definitiva no tiene porque ser un aspecto que se trabaje en esta fase pero en este caso concreto se hace puesto que la caja de maqueta final se estructura en base a una capa geográfica en la que se incluyen los límites del mapa y también los países fronterizos (Vid. Figura 4-4). La creación de esta capa en un momento inicial del proyecto se traduce en un ahorro de tiempo en etapas posteriores, en definitiva se está indicando cual es el marco de trabajo. Debe tenerse en cuenta que esto requiere un proceso de edición que haga encajar topológicamente los límites fronterizos entre sí, puesto que al provenir de diferentes fuentes no son coincidentes y otro proceso de creación de los elementos nuevos que configuran la caja en sí misma.

En primer lugar se asume como propio el esquema de la caja oficial que el IGN utiliza para su cartografía temática (Vid. Figura 4-4), entendiendo que el diseño de la misma responde a las necesidades del proyecto presente, para posteriormente analizar en qué medida otros países colindantes entran en la misma.

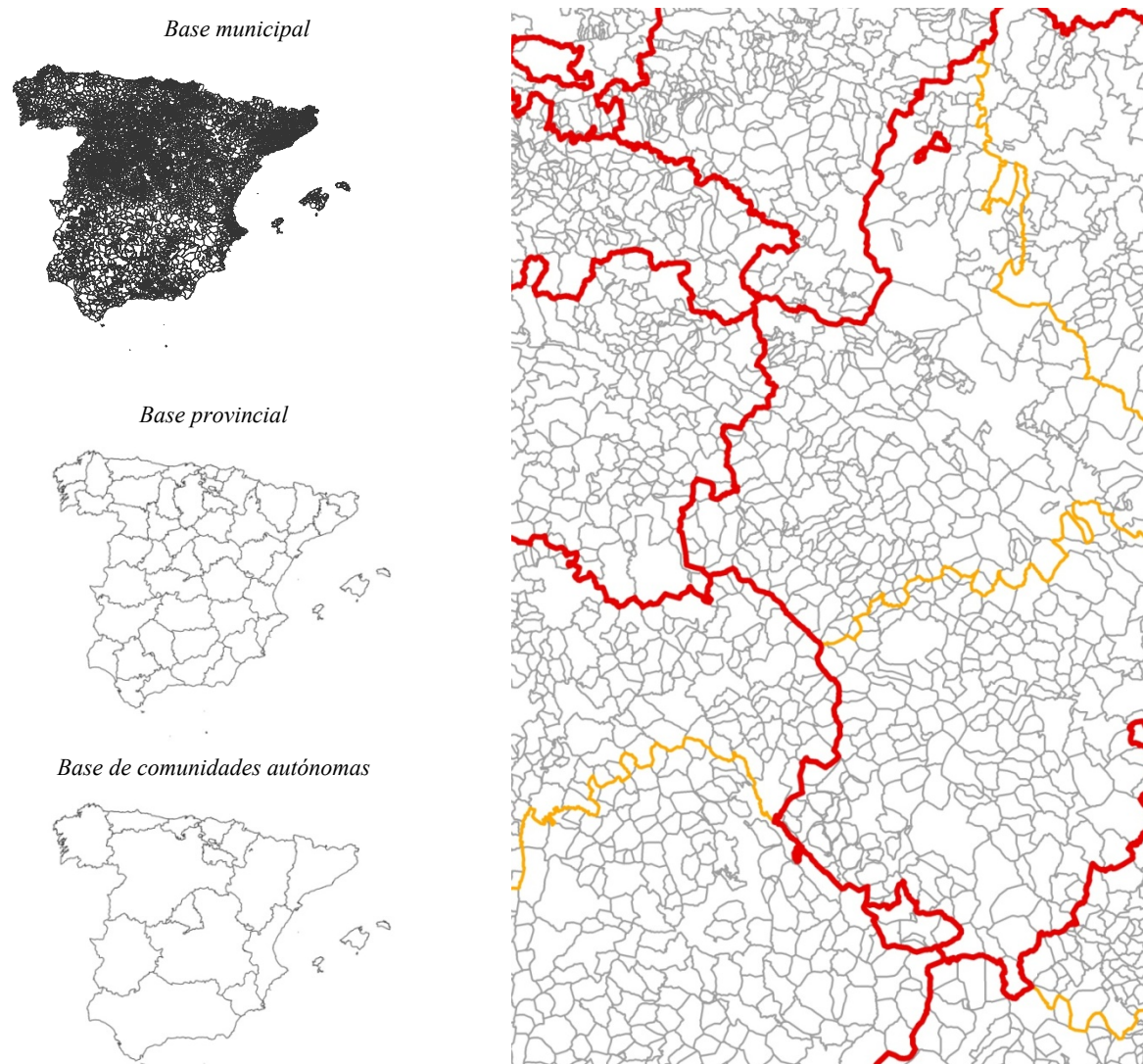


Figura 4-3: Base de municipios original (Arriba izquierda) a partir de la cual se ha creado por agregación la base provincial (Medio izquierda) y la regional (Abajo izquierda). Era condición indispensable la coincidencia geográfica entre los límites de las tres (Derecha)

El fichero del que se extraen los contornos internacionales no solo presenta sus divisiones internas, también límites españoles que, en primer lugar, son eliminados para, a continuación, unificar en polígonos únicos las entidades que corresponden a cada país generando seis objetos: Francia, Portugal, Andorra, Marruecos, Argelia y el mar. Por último se editan las fronteras coincidentes con la base municipal, que prepondera, y se integran en una capa única conjuntamente con los límites de la caja (*Vid. Figura 4-4*).

Otro de los aspectos que la puesta en relación entre la base espacial utilizada y este proyecto pone de manifiesto es la incompatibilidad entre la escala óptima de visualización que presenta la primera (1:1.000.000) y la requerida por el segundo (1: 16.000.000, 1:8.250.000, 1:5.750.000 o 1:4.000.000), ya que aparecen problemas tanto de congestión como de fusión y conflictos.

La selección de capas no es aplicable a este respecto, puesto que es necesaria la visualización de todas ellas: tanto las poligonales como las puntuales. No obstante, se seleccionan algunos elementos prescindibles tales como las islas o polígonos excesivamente pequeños, siempre y cuando no configuren municipios por sí mismos, o el contorno de los puertos cuyo tratamiento de eliminación se realizará en fases sucesivas.

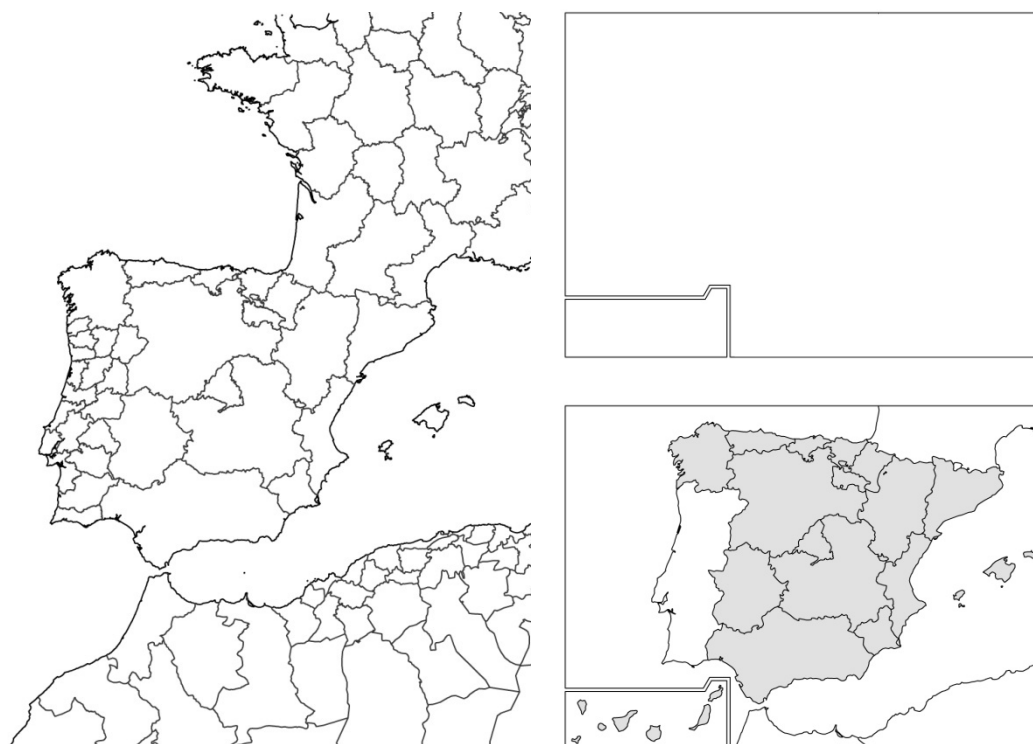


Figura 4-4: Aspecto de la capa original de la que fueron extraídos los contornos de las naciones limítrofes (Izquierda); Esquema de la caja oficial del IGN empleado para cartografía temática, obsérvese el espacio dedicado a la comunidad canaria, respetando la proposición no de ley aprobada por el Congreso de los Diputados el 27 de diciembre de 1994 en la que se insta a las publicaciones oficiales a que Canarias se sitúe en la esquina Sudoeste de los mapas, aludiendo a su posición geográfica real. (Arriba, derecha); Caja definitiva, señalado en blanco la caja creada y en gris la capa provincial generada previamente (Abajo, derecha).

Debido a que aun eliminando los elementos mencionados la visualización no es adecuada se procede a formular los términos que definirán el proceso de generalización a realizar:

- Adecuación a tres niveles de detalle: Base 1 (para dos escalas cercanas 1:5.750.000 y 1:4.000.000), Base 2 (1:8.250.000) y Base 3 (1:16.000.000).
- Ejecución de un proceso en cadena, la base que implica menor grado de generalización, Base 1, se emplea como base para proceso de la Base 2 y esta para la Base 3.

Los programas concretos empleados son: Manifold® versión 7 y ArcGIS® 9.0 y 9.1.

La concepción del proceso incluye una generalización estructural tras la que se analizan los resultados y viendo que es necesario se procede a incorporar determinadas modificaciones locales simbólicas que mejoren la visualización priorizándola sobre la precisión espacial. A continuación se comprueba la calidad y homogeneidad del producto obtenido, corrigiendo las imprecisiones encontradas tras lo que se reconstruye la topología para cada una de las escalas.

El proceso completo se presenta en la Figura 4-5, aunque a continuación se detallan pormenorizadamente las operaciones y parámetros utilizados.

- Generalización estructural, emplea las siguientes operaciones:
 - Simplificar: Se introducen tres umbrales para la eliminación de nodos:
 - Base 1: 300 metros
 - Base 2: 8 Kilómetros respecto a Base 1
 - Base 3: 7 Kilómetros respecto a Base 2
 - Eliminar
 - Base 1: Todas las islas inferiores a 10 hectáreas que no contienen la capital municipal, los polígonos que habían sido suprimidos con la simplificación si cumplen el mismo requisito y todos los contornos portuarios.
 - Base 2: Todas las islas inferiores a 25 hectáreas que no contienen la capital municipal.
 - Base 3: Todas las islas inferiores a 200 hectáreas que no contienen la capital municipal.
- Generalización simbólica, emplea las siguientes operaciones:
 - Desplazar: Se utiliza esta función tan solo en el caso de las islas francesas y portuguesas. Asumiendo que la función principal de los países limítrofes es la contextualización y no la precisión espacial, se busca evitar principalmente los problemas de fusión.

- Exagerar: Algunos resultados de la costa gallega, especialmente en las escalas más generalizadas, presentan un grado de fusión excesivo por lo que se procede a exagerar las separaciones entre las desembocaduras de la rías. Se aplica también en la Base 3 para Ceuta y Melilla, puesto que en el caso de dejar la superficie real sería imposible apreciar su extensión y menos aún el contenido temático que pudieran codificar (Vid. Figura 4-6).

Seguidamente se comprueban la calidad y homogeneidad del acabado para cada una de las escalas tratando de asegurar la coherencia de la representación y el mantenimiento de las proporciones así como una buena visualización de todos los elementos. Este último proceso exige en ocasiones devolver parte de la precisión original a algunos límites, mientras que otros son simplificados de forma adicional (Vid. Figura 4-5).

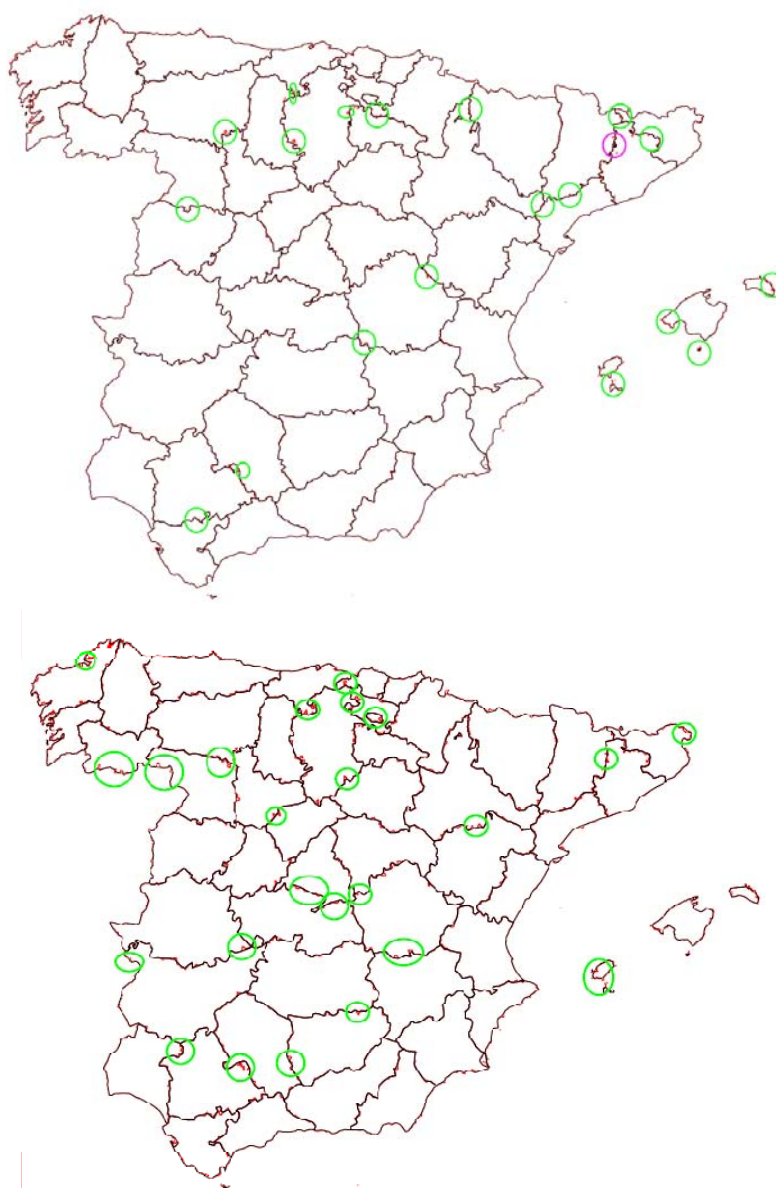
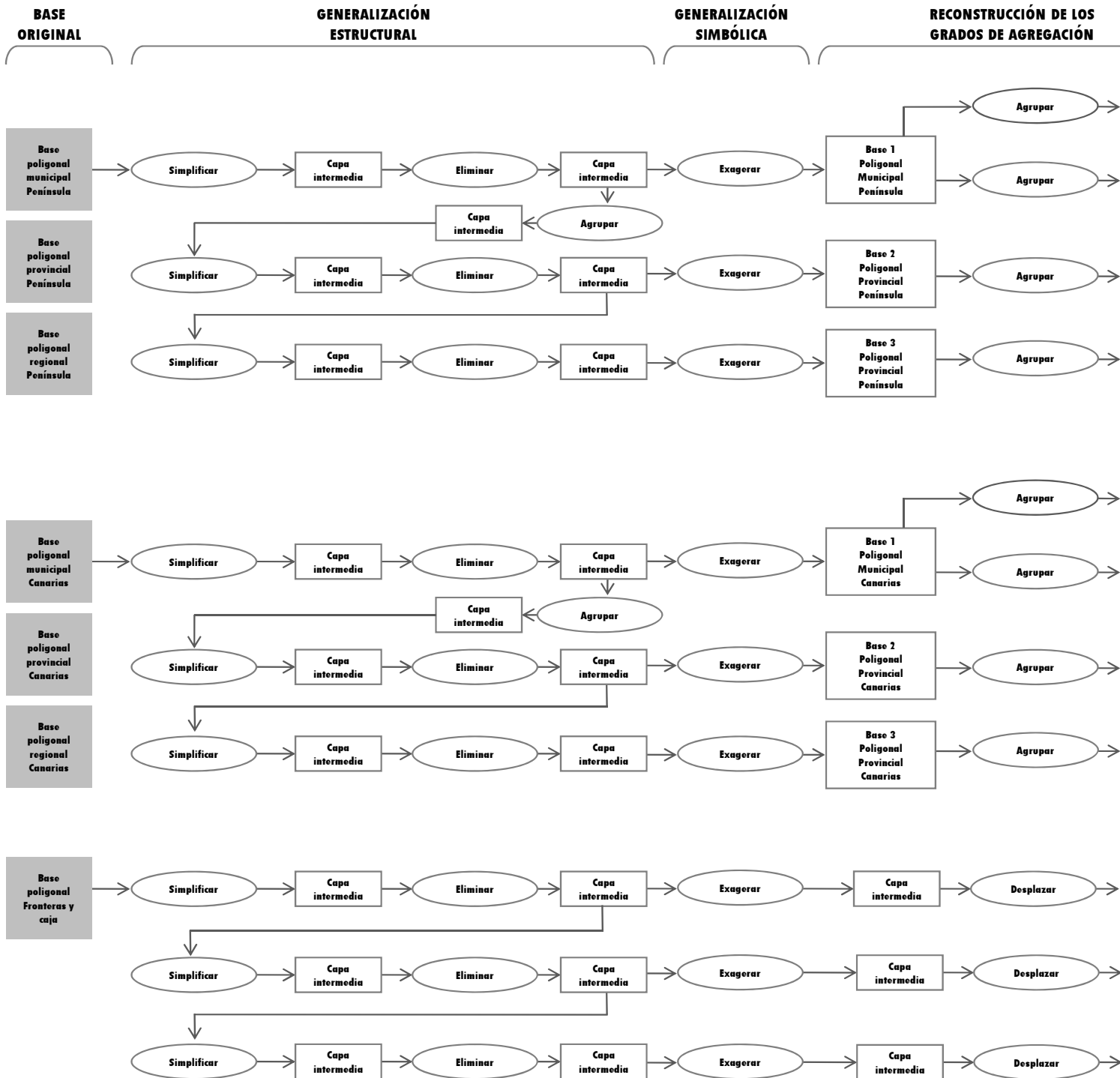


Figura 4-5: Comparación entre la base original (en rojo) y las generalizadas (en negro) Base 2 (Arriba) y Base 3 (Abajo). A los elementos señalados en verde se les devolvió parte de la precisión espacial que habían perdido durante la generalización, mientras que los magenta requirieron una simplificación aun mayor debido a un problema evidente de congestión.



GENERALIZACIÓN

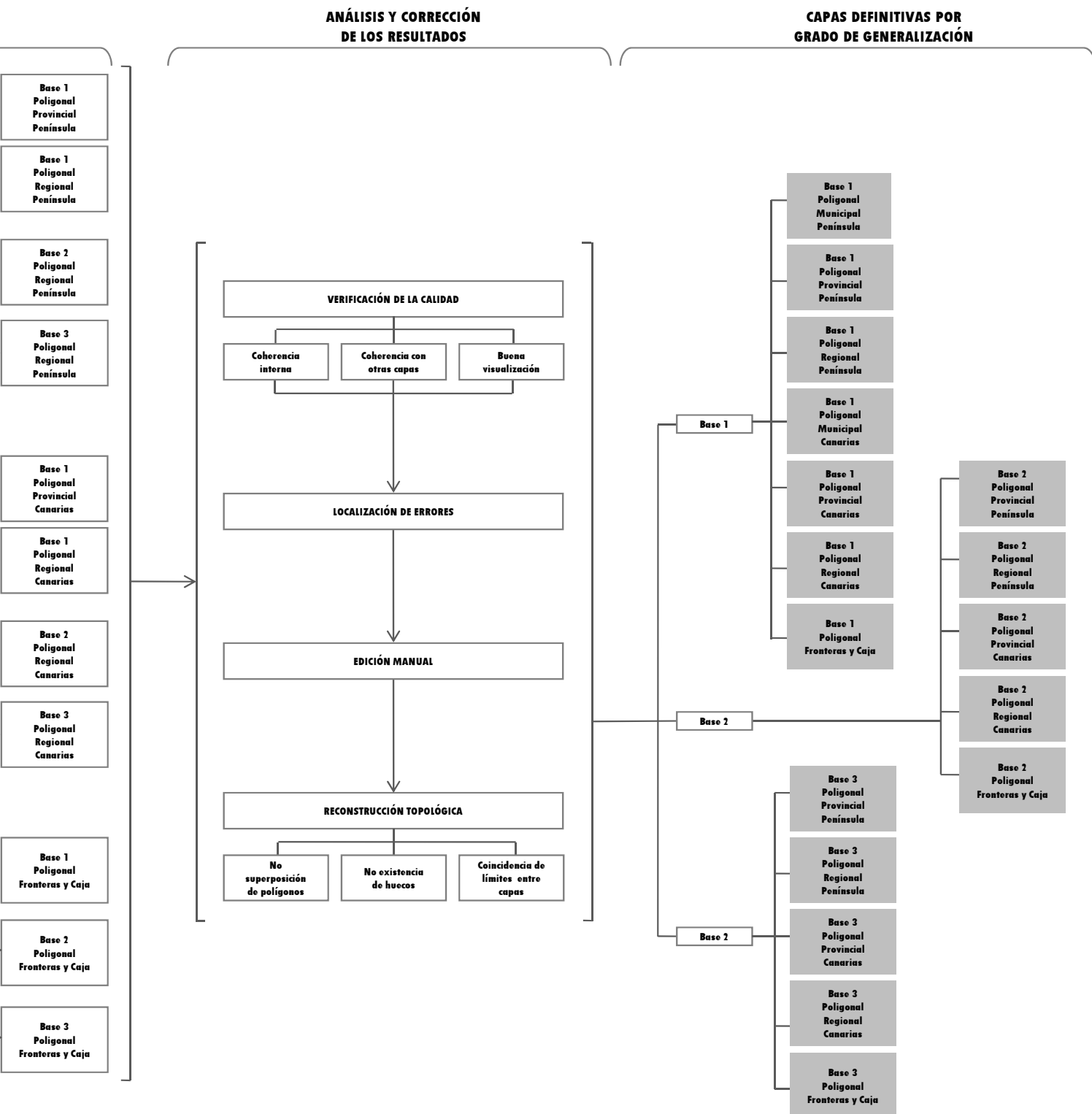


Figura 4-6: Esquema simplificado del proceso de generalización realizado.

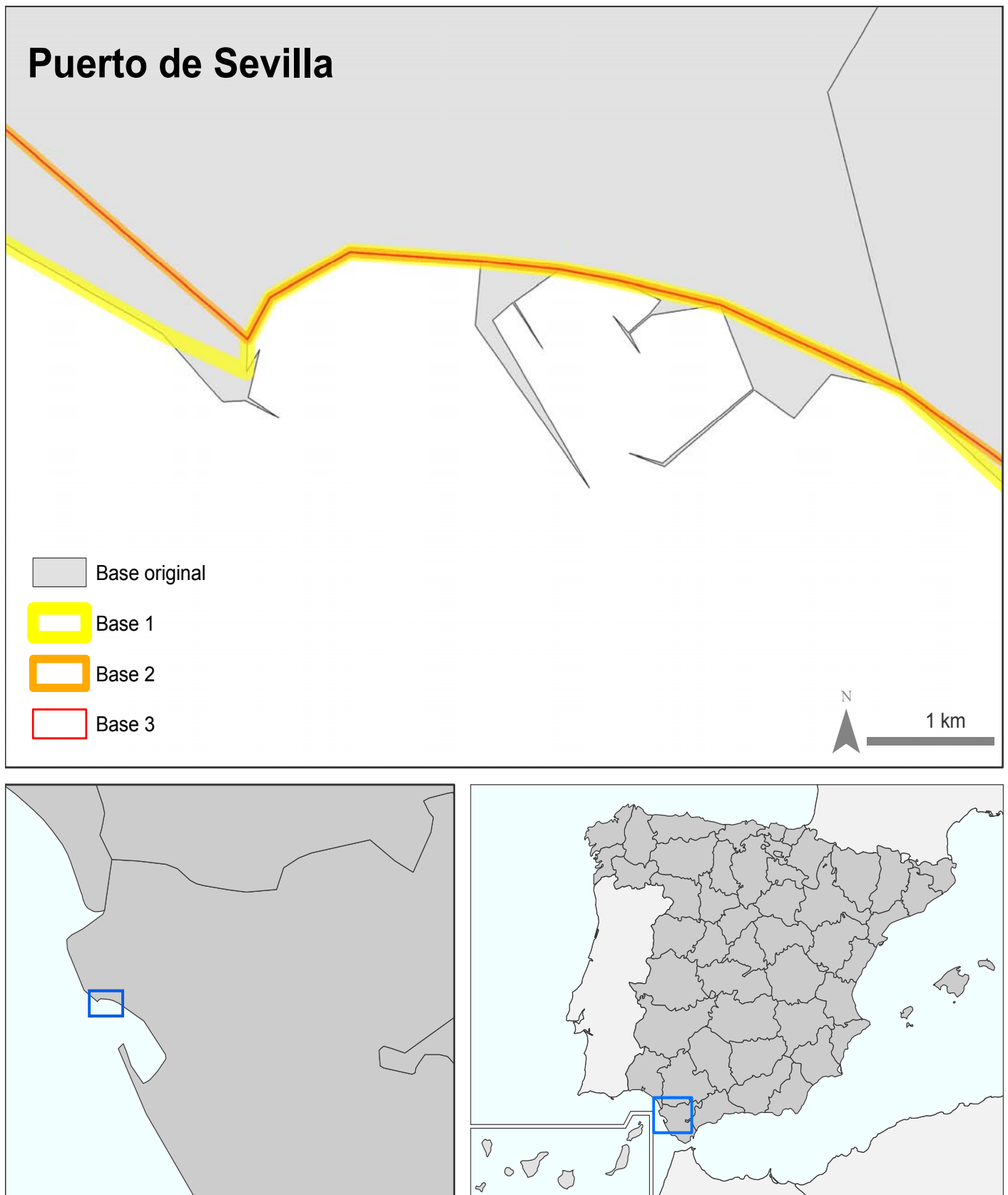


Figura 4-7: Ejemplos del proceso de generalización realizado.

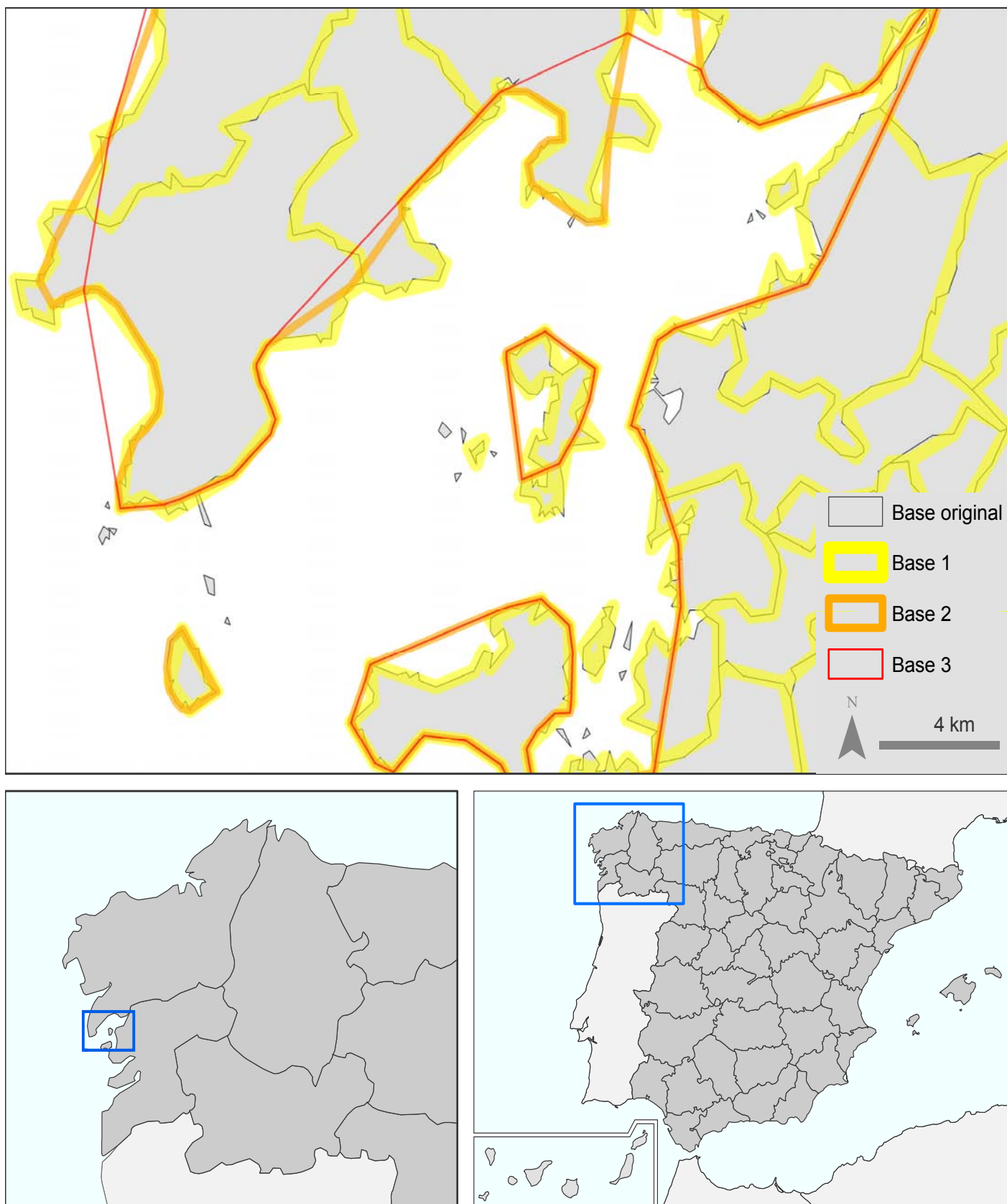


Figura 4-7: Ejemplos del proceso de generalización realizado.

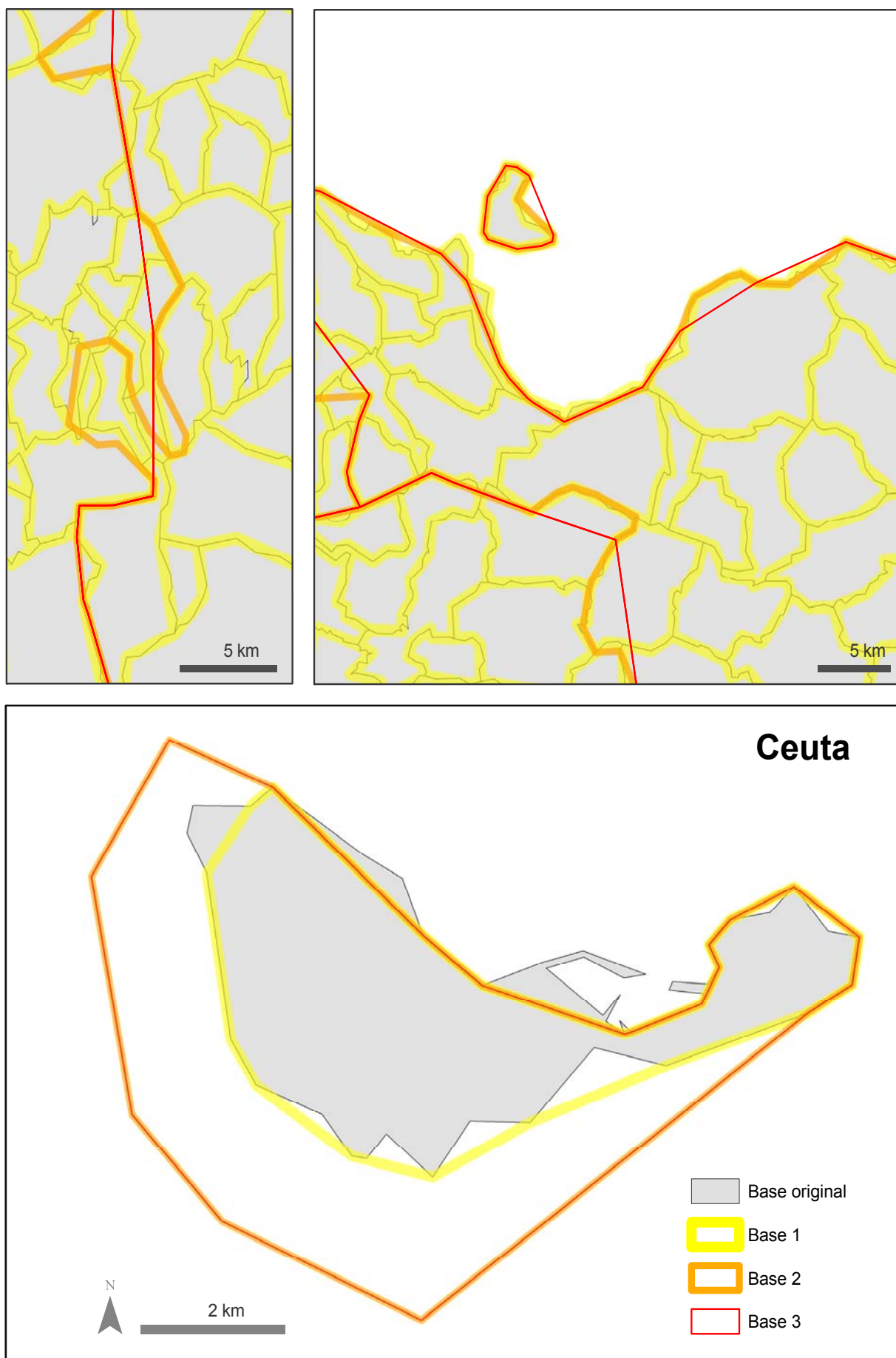


Figura 4-7: Ejemplos del proceso de generalización realizado.

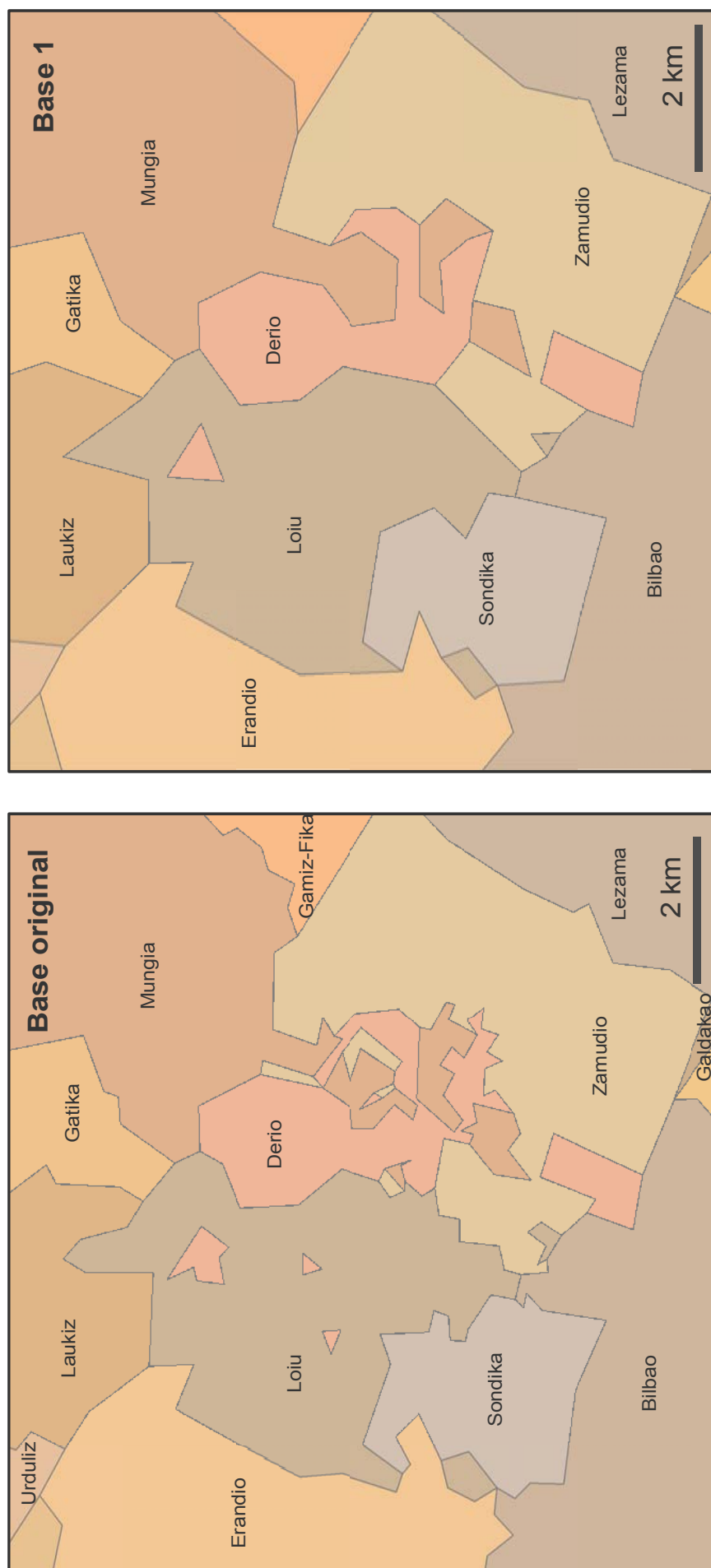


Figura 4-7: Ejemplos del proceso de generalización realizado.

Además, el proceso de análisis de la coherencia interna de la base en este caso requiere el tratamiento posterior de las imprecisiones encontradas, entre las que cabe destacar:

La base a generalizar se compone de objetos de carácter múltiple que al someter la capa al proceso de simplificación pierden la información de los municipios que tienen anexos, de este modo el sistema otorga información tan solo a uno de los polígonos que componen la entidad. Esto supone un problema grave puesto que al finalizar el proceso se han perdido los datos de aproximadamente 3.000 polígonos además de las relaciones que existían entre ellos.

La forma de solucionar esta situación es volver al estado original, separar cada uno de los polígonos de forma independiente de manera que quede cada objeto con sus datos y posteriormente realizar de nuevo el proceso de generalización para a continuación aplicar de nuevo la función que crea otra vez todos los objetos múltiples.

Es evidente que la complejidad territorial se ve más simplificada cuanto mayor sea el nivel de generalización, pero en algunas ocasiones este proceso genera errores que no pueden ser admitidos. Es el caso de aquellos polígonos municipales con una delimitación compleja que presenta entrantes. Dependiendo del grado de simplificación que se quiera aplicar y de la distancia de alcance introducida pueden generarse dos polígonos en vez de uno único, de manera que el municipio queda dividido en dos, uno de los cuales pierde la información que le permitiría al menos poderlo considerar como un objeto múltiple (*Vid. Figura 4-8*).

Una vez generalizada la base, deben encontrarse aquellos polígonos vacíos de contenido temático mediante una búsqueda por atributos, de manera tal que en una capa queden seleccionados todos aquellos polígonos que han perdido la información durante el proceso. La búsqueda por atributos se realiza introduciendo sus características, en este caso la ausencia de las mismas. Una vez que se conocen los polígonos que han quedado sueltos se trabaja cada uno de forma individual; se modifican los nodos que configuran el perímetro de forma que quede de nuevo unido como un solo polígono.

Otro de los problemas está muy relacionado con el hecho de que la distancia seleccionada para hacer la generalización es superior a la longitud de alguno de los polígonos ya sean municipios o anexos a estos y de esta manera se ven eliminados de la base. En el caso de la generalización de la base municipal hasta la Base 1 el sistema suprime siete entidades territoriales, de las cuales cuatro son municipios (Emperador, Lugar Nuevo de la Corona, Lanestosa y Malejan) y el resto condominios (CON. 6709046, 6709424, CON. 6925071, 6925030, CON. 7431101, 7431016, 7431136) que deben de ser introducidos de nuevo.

Aparecen además errores durante el proceso de análisis que consisten en la aparición de cabeceras municipales fuera de su polígono correspondiente o más de una dentro de un solo municipio. Debe editarse manualmente la capa poligonal para que incluya nuevamente su cabecera volviendo a configurar unos límites similares a los de la capa original.

Una vez realizadas todas las comprobaciones y modificaciones necesarias conviene reconstruir la topología, de manera que se compruebe de nuevo la consistencia de la base y se aseguren los parámetros de calidad que tenían las capas originales.

Habiendo realizado todo el proceso de obtención, análisis y edición de la base cartográfica esta queda preparada para el proceso de codificación.



Figura 4-8: Polígono municipal desagregado en 2 partes.

4.1.1.2.2. En línea gris base original 1:1.000.000 y en azul base generalizada. La información temática

Se puede afirmar que esta fase resulta una de las de más sencilla realización en el conjunto del proceso, debido principalmente a la facilidad de obtención de la información, a su alto grado de adaptación al proyecto y a la no necesidad de controlar su calidad.

Los datos empleados son los generados y difundidos por el Instituto Nacional de Estadística (en adelante INE). Aunque la fuente de información empleada es indirecta, a nivel nacional, posee el mayor grado de fiabilidad que las operaciones estadísticas pueden alcanzar puesto que el propio INE efectúa evaluaciones de cada uno de sus registros estadísticos más importantes.

Como se ha detallado previamente, las fechas de referencia de este trabajo corresponden en su mayoría con momentos censales comenzando por 1900, momento desde el cual ininterrumpidamente se han efectuado censos demográficos decenales en España. Conviene mencionar que se ha procurado añadir información adicional de fechas intermedias recurriendo siempre a las cifras oficiales ofrecidas por el INE y que se ha incluido la fecha

más actual disponible al momento de realización de la cartografía. Debe tenerse en cuenta que algunos de los indicadores, tales como la Tasa de Vinculación, la Condición Socioeconómica Media o el tiempo de desplazamiento diario encuentran su fecha más actual en el Censo de Población y Vivienda de 2001, el último realizado y el decimosexto de los censos nacionales, por lo que 2001 se configura como una fecha de obligada alusión en la cartografía.

Las nuevas políticas del INE acerca de la puesta a disposición pública de la información que genera ha derivado en un portal web [www.ine.es] en el que se encuentra prácticamente el 95% de la información que tienen el Instituto, y que recoge en un grado más que suficiente los requerimientos a nivel de información temática que tiene este proyecto. De este modo la tarea principal queda relegada a buscar en dicho enlace las tablas que correspondan con las variables demográficas y fechas exactas descritas en la identificación de la cartografía a realizar y descargarlas directamente en formato de tabla de datos, en este caso Excel®. Una vez obtenidas las tablas tan solo resta asegurar que el código externo que se va a utilizar para enlazar el contenido temático con la base espacial coincide, lo cual sucede en este caso puesto que la codificación incluida en esta última está basada en la sistematización del nombramiento administrativo que el INE realiza sobre cada una de las entidades y que también está incluido en sus tablas de datos.

De cara a las variables fundamentales tan solo resta transformar estas tablas a formato compatible con los SIG, mientras que las variables derivadas requieren un proceso de tratamiento intermedio mediante las fórmulas ya explicadas en el capítulo anterior.

Cabe citar algunas características de este trabajo como el particular cuidado tenido acerca de los índices temporales, en los cuales se ha considerado siempre el número de años transcurridos entre los periodos comparados; asimismo se ha otorgado especial significación a los datos absolutos como oferentes de un marco de referencia temática de gran valor; es destacable la inclusión de algunas operaciones complejas tales como el cálculo de los Potenciales de Población o de la Dinámica Demográfica que suponen una vuelta de tuerca más en el desarrollo de la cartografía demográfica.

Por otra parte para aquellos mapas que reflejan periodos pero no la variación entre ellos se ha realizado la media de los años del periodo considerado, tal es el ejemplo de las series correspondientes a la estructura de la población como la Tasa de Natalidad, Mortalidad, Mortalidad infantil, Fecundidad... Tan solo los datos municipales comprendidos entre 1900 y 1960 provienen de una fuente de información diferente: los listados municipales elaborados por la Fundación BBVA (Goerlich Gisbert *et al.*, 2006).

4.1.1.3. Codificación temática y Toma de decisión

Esta fase está destinada a buscar las distintas opciones de representación a través de las cuales pueden expresarse las variables demográficas seleccionadas. En el capítulo anterior se realiza la propuesta completa de creación de cartografía geodemográfica en la que se detalla

cómo se organizan las variables demográficas en diferentes mapas, definiendo qué trayectorias serían las más indicadas, detallando tanto la secuencia de análisis de cada variable como la de decisión y señalando qué instrumentos de codificación pueden resultar más efectivos. En gran medida el contenido a incluir en él está ya expuesto, pero hay una serie de aspectos generales cuya utilización en el proceso de codificación es conveniente resaltar ya que pueden suponer una diferencia sustancial con otros modos de hacer cartografía.

La cartografía realizada se caracteriza en general por **utilizar la implantación** puntual referida a la localización de la capital ya sea municipal o provincial. Se considera que la información espacial que ofrece esta opción frente a la ubicación de los elementos en el centroide de los polígonos resulta de utilidad para el entendimiento de los procesos geodemográficos, por las siguientes razones:

- El emplazamiento se realiza siguiendo algún patrón determinado como la cercanía a cauces fluviales o a redes de infraestructuras
- Porque facilita la explicación de los procesos inferidos desde unas entidades a otras, como sucede en espacios metropolitanos.

Pero la preferencia por la implantación puntual, ligada al tamaño, no impide el empleo del resto de tipos que en algunos casos son también utilizados aunque ligados a cartografías de exigencias muy concretas. Tal es el caso de la densidad de población y sus variaciones, que es el único caso en el que emplea la implantación superficial, entendiendo que, en sentido riguroso, tan solo puede utilizarse para variables directamente relacionadas con la extensión de los polígonos. Esto no impide que en un mapa concreto (Actividad económica) buscando una complementariedad entre variables que sustente un análisis más exhaustivo se haya recurrido a la aplicación, conscientemente errónea, de una variable cualitativa sobre la superficie municipal, buscando que, sin ser el mejor o más correcto mapa, alcance los umbrales de lo excepcionalmente aceptable.

Asimismo se ha utilizado la implantación lineal ligada también al tamaño para la serie de mapas que representan los movimientos migratorios internos interprovinciales, juzgando que esta representación puede resultar más intuitiva y ayude al lector a comprender más fácilmente el volumen de población desplazada.

La apuesta por la inclusión de los Potenciales de población obliga a la **utilización de modelos ráster** derivados del propio cálculo de los mismos. No es habitual en *Geodemografía* el empleo de este modo de representación puesto que normalmente la información codificada refiere a entidades administrativas, no obstante en este caso hace referencia a una propiedad del territorio, de un espacio de 25 km² que configura cada célula en el marco de una rejilla que abarca la totalidad de la superficie española.

Es cierto que la cartografía propuesta deja traslucir una **predilección por unas variables visuales frente a otras**, la cual se justifica por las diferentes propiedades que presentan. El uso del color, el valor y del tamaño son predominantes en esta tesis doctoral, entendiendo que son las variables que poseen una mayor capacidad de transmisión y permiten llevar la información al lector de una forma mucho más sencilla e intuitiva.

El avance sustancial de las herramientas informáticas permite un **uso del color** imposible hace tan solo un decenio e impensable hace dos, que aporta un añadido de calidad a la cartografía final. Éste resulta especialmente útil en su combinación con el valor, a través de la cual se consiguen leyendas que facilitan la jerarquización de sus contenidos al mismo tiempo que resultan visualmente estéticas y funcionalmente eficaces. Pero tampoco hay que llevarse a engaño: la utilización del color es dificultosa, requiere un dominio tanto de su componente estética como de sus estructuras de trabajo y su definición puede realizarse en diversos sistemas que no son plenamente compatibles entre sí. La relación entre las elecciones realizadas sobre pantalla y los colores resultantes de la impresión es raramente satisfactoria. Se requieren pruebas impresas de cartas de color que apoyen la calibración de la pantalla, resultando imprescindible contar con ellas para poder intuir remotamente los resultados finales, que aun así dependerán del nivel de tinta, del correcto funcionamiento de la impresora y de otros factores que no siempre están bajo el control del geógrafo. En el DVD se encuentra el Anexo II que muestra las cartas de color empleadas en este estudio para la calibración y selección del color.

En este caso se ha hecho uso del color desde una **concepción semiótica** de la cartografía que asigna los valores más elevados de las variables reales con los tonos cálidos o saturados, garantizando un acercamiento visual al lector que, con facilidad, es capaz de asociarlos. Por el contrario los tonos fríos o cromas de bajo peso visual consiguen un distanciamiento del receptor que le permiten vincularlos a las cifras más bajas.

Posiblemente una de las singularidades de la cartografía presentada es la **apuesta clara** que se hace **por el uso del tamaño** como elemento constante que permite crear un marco de referencia demográfica favorecedor de una lectura menos distorsionada por la extensión espacial de cada entidad.

El dimensionamiento por tamaño se emplea en relación con el volumen de una esfera lo cual entraña dificultades a dos niveles diferentes:

- Por un lado el cálculo de los tamaños que tendrá cada elemento que, por el momento, no está correctamente implementado en los SIG, lo que ha llevado a buscar soluciones intermedias como se explicita en apartados posteriores.
- Por otro lado se encuentra el problema de la representación, simular visualmente esferas puede realizarse de muchos modos diferentes pero hay que encontrar una forma estética cuya inclusión en los mapas no suponga un problema excesivo ni

de visualización ni de incremento significativo en el tamaño de los archivos, por lo que han sido realizadas diferentes pruebas, tanteando con modos diversos de reproducir símbolos esféricos (*Vid. Figura 4-9*). La decisión final opta por la opción situada más a la derecha, puesto que manteniendo la sensación volumétrica no distorsiona la percepción del color.

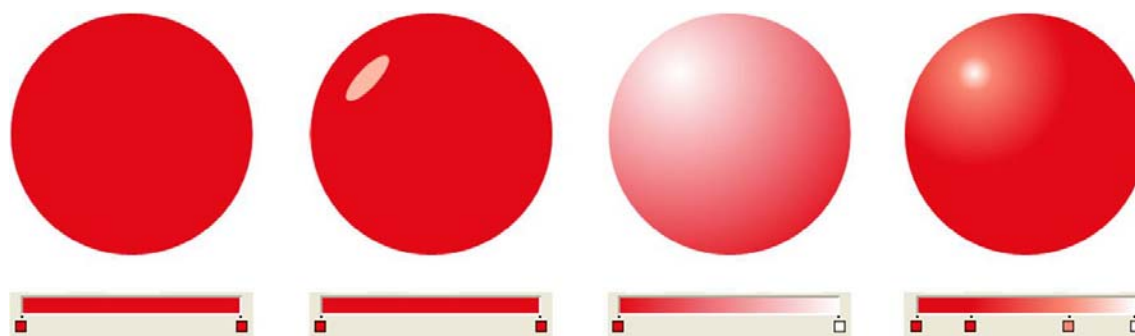


Figura 4-9: Diferentes posibilidades de representación plana para la simulación de esferas.

Además, la gradación de los símbolos mediante tamaño se ha realizado a través de leyendas de doble constricción que aseguran la existencia de figuras con dimensiones mínimas suficientes para ser percibidas y máximas que no entorpezcan la lectura.

Cabe mencionar que no se han utilizado el resto de variables visuales porque todas ellas encuentran una mejor alternativa ya sea en el color o en el valor. La forma y la orientación especialmente válidas para caracterizar datos cualitativos pueden ser mejor codificadas mediante el color. La textura por su parte, aun habiendo sido de empleo generalizado en el pasado por no requerir más que tinta negra, no funciona correctamente al superponerla con el tamaño puesto que requiere tamaños mínimos para que sea percibida que no pueden garantizarse.

Se da una predisposición evidente a utilizar composiciones cartográficas que incluyen información cuantitativa, cualquiera que sea su escala de medida, mediante implantación puntual graduada por tamaño; combinadas con una segunda variable que acostumbra a ser la principal por estar definida por la combinación de valor y color y ser percibida más prontamente por el lector. Esta segunda variable también se presenta sobre implantación puntual de forma que se crea una lectura a dos tiempos: primero se percibe el color y posteriormente el tamaño. Aunque la lectura sea un proceso realizado en conjunto, la mente del lector será capaz de descomponer el mensaje transmitido en dos niveles de información que remitirá a la decodificación de las dos variables geodemográficas incluidas. Debe señalarse que en el caso de representación de periodos el tamaño de las esferas siempre refiere al año final del mismo.

Estas combinaciones generan cartografía con mensajes suficientemente claros y distintos sin suponer una saturación del documento que impidiera una correcta transmisión.

Por último es preciso explicar los métodos de discretización empleados en la **construcción de las leyendas**. Respecto a la variable real se ha optado por seguir de forma homogénea el sistema de rupturas naturales que determina agrupamientos naturales de datos inherentes a su distribución, posteriormente se realiza un redondeo de estas rupturas para facilitar la lectura de la leyenda. En caso de ser posible se adaptan los intervalos a cifras consideradas como umbrales críticos para la variable de estudio, como por ejemplo los 5 habitantes por kilómetro cuadrado por debajo de lo cual una región se considera desierto demográfico o el límite de 250 habitantes por kilómetro cuadrado que configura las áreas urbanas en España.

El caso de las series cartográficas es más complejo puesto que el proceso de rupturas naturales no debe corresponder con la distribución de datos de cada mapa sino con el conjunto de las distribuciones que conforman la serie.

A modo de resumen podría concluirse que se emplea un método mixto que toma como base las rupturas naturales sobre la que posteriormente se personalizan los intervalos.

En la construcción del leyendas de color el segundo paso implica la elección del **tipo de leyenda** seleccionado, ya que en este apartado se presenta directamente la opción seleccionada se expone la serie de pautas que se han seguido:

Los datos cualitativos no son frecuentes en los mapas generados pero sí que se da algún caso, en los que se emplean leyendas cualitativas.

Para la codificación de las variables cuantitativas, en caso de ser posible, el primer tipo elegido son siempre las leyendas divergentes, puesto que ofrecen un criterio adicional de lectura que permite valorar la posición de cada entidad respecto a una cifra crucial. No se han utilizado intervalos críticos, tan solo umbrales ya sea la media nacional o el valor cero. Debe tenerse en cuenta que su empleo tiene una serie de restricciones:

- Ser un mapa único en el que se pueda emplear la media nacional como umbral clave.
- Poseer una distribución estructurada en torno al valor cero, como es el caso de las variaciones. Esta es la única opción de empleo de leyendas divergentes en las series de mapas.

Si no ha sido factible el empleo de leyendas divergentes, lógicamente la segunda opción es la utilización de leyendas secuenciales, las cuales han sido prioritariamente empleadas en las series de mapas, puesto que posibilitan la creación de criterios comparables entre los mapas, de manera que exista una única leyenda en la serie.

Se ha dado un tercer tipo de leyendas utilizadas que corresponden con las de doble entrada, se han incluido leyendas de eje divergente y secuencial para los mapas que

relacionan dos variables y leyendas con dos ejes divergentes para la dinámica de población.

La discretización de la variable tamaño no se ha llegado a realizar como tal, debido a que se emplea el método de los símbolos proporcionales, que permite representar en el mapa cada una de las entidades con unas dimensiones directamente vinculadas a su cifra de variable real.

4.1.2. Etapa de elaboración

En este apartado se detallan los aspectos relacionados con la implementación en el entorno SIG y de infografía y con la presentación definitiva que se les da a los mapas.

4.1.2.1. Implementación

La realización de la cartografía propuesta se ha efectuado en el programa ArcGIS®, mediante el módulo *Symbolology* de ArcMap®. Este *software* ha sido elegido debido a que, como Sistema de Información Geográfica integra todas las herramientas necesarias para la realización del proceso de diseño y elaboración, desde la importación de los datos a su edición, análisis espacial y codificación cartográfica.

El enlace entre la información temática y la base espacial se realiza a través de código externo de cada una de ellas, materializadas unas en tablas de datos y otras en capas de SIG que acaban configurándose finalmente como mapas temáticos.

Sin embargo esta aplicación, aun siendo eficiente para la mayoría del proceso de diseño y elaboración de cartografía, encuentra su talón de Aquiles en la implementación de la codificación cartográfica puesto que sus herramientas no generan resultados completamente satisfactorios en relación con composiciones de tamaño y color-valor al mismo tiempo, ni con la visualización de pseudoesferas, elementos esenciales de la cartografía propuesta. Ha sido necesario buscar alternativas que suplan dichas carencias a través de otros programas y aplicaciones.

De cara a la implementación de superposiciones de tamaño y color-valor se ha recurrido a crear las esferas mediante programación en VisualBasic® y ArcView®, generando capas ya graduadas por tamaño que podían volver a introducirse en ArcGIS® y completar el proceso con la aplicación del color.

Recurrir a aplicaciones infográficas es una opción controvertida para tratar con información espacial puesto que la georreferenciación queda anulada, sin embargo en este caso ha sido necesario para trabajar con elementos pseudovolumétricos que permitieran un acabado de calidad al mismo tiempo que documentos relativamente manejables. Resulta obvio que se incorporan de este modo varios pasos al proceso por la necesaria exportación de archivos desde ArcGIS® y su posterior importación al *software* de infografía, en este caso Macromedia® Freehand® MX, donde se modifica la implantación puntual cambiando los objetos planos por las simulaciones de esferas. De esta forma se deja ya preparado el campo de trabajo para la fase posterior en la que se compone la presentación definitiva del mapa.

4.1.2.2. Presentación final

Una vez elaborados cada uno de los mapas en el entorno SIG, se procede a diseñar y realizar la presentación final, el modo en el que cada mapa será presentado. En definitiva se ha tratado de *organizar el material gráfico en un conjunto coherente, en una estructura visual e intelectual que facilite la comunicación* (Dent, 1999).

Algunos de los elementos de los mapas son establecidos desde el SIG, especialmente los relacionados con la georreferenciación (la escala o el norte) y con la base espacial (tamaños de línea, colores de base...), mientras que otros son añadidos a posteriori en el programa de infografía: Título, subtítulo, leyendas, fuente...

En este caso la letra seleccionada es la Futura, en la que se establecen distintas jerarquías a través del tamaño y estilo de la letra para que, en su aplicación a los distintos elementos, potencie la atención del lector sobre los de mayor importancia (título, leyenda...).

En el caso de los mapas propuestos el marco de trabajo corresponde con el área cartografiada, en los términos en los que se ha presentado anteriormente. Dado que el territorio representado recoge una nación en su totalidad se ha considerado innecesario incluir mapas de apoyo que contextualicen España ya sea en el marco de la Unión Europea o del mundo, así como tampoco se ha optado por incluirlos como ventanas de zoom aunque podrían haber sido útiles especialmente para la representación de las áreas circundantes a Madrid y Barcelona.

El título detalla la variable principal codificada en el mapa, y normalmente representada mediante la combinación valor-color, mientras que el subtítulo determina la fecha o periodo temporal al que refiere la cartografía.

Cabe mención especial acerca de las leyendas, puesto que han sido totalmente personalizadas buscando formatos más prácticos, sencillos, estéticos y correctos que los ofrecidos automáticamente desde el SIG (*Vid. Figura 4-10*).

Como se puede observar las leyendas de color se estructuran en torno a umbrales clave que delimitan los intervalos, se ha considerado importante también que se muestren los tonos sobre esferas, tal y como se van a ver en el mapa, para ayudar a que el lector los identifique sin problemas. Debe tenerse en cuenta que la selección de colores no ha sido una tarea fácil puesto que la diferencia entre el color plano y el representado sobre una esfera es sustancial, puesto que la simulación de esta se consigue mediante la degradación de colores, que en definitiva modifican la percepción final.

Debido a que el espacio disponible para la leyenda de tamaño es importante se ha desarrollado una línea de valores amplia para apoyar una interpretación más sencilla, los símbolos también se representan mediante esferas, en este caso de colores neutros, para que no existan problemas en la identificación.

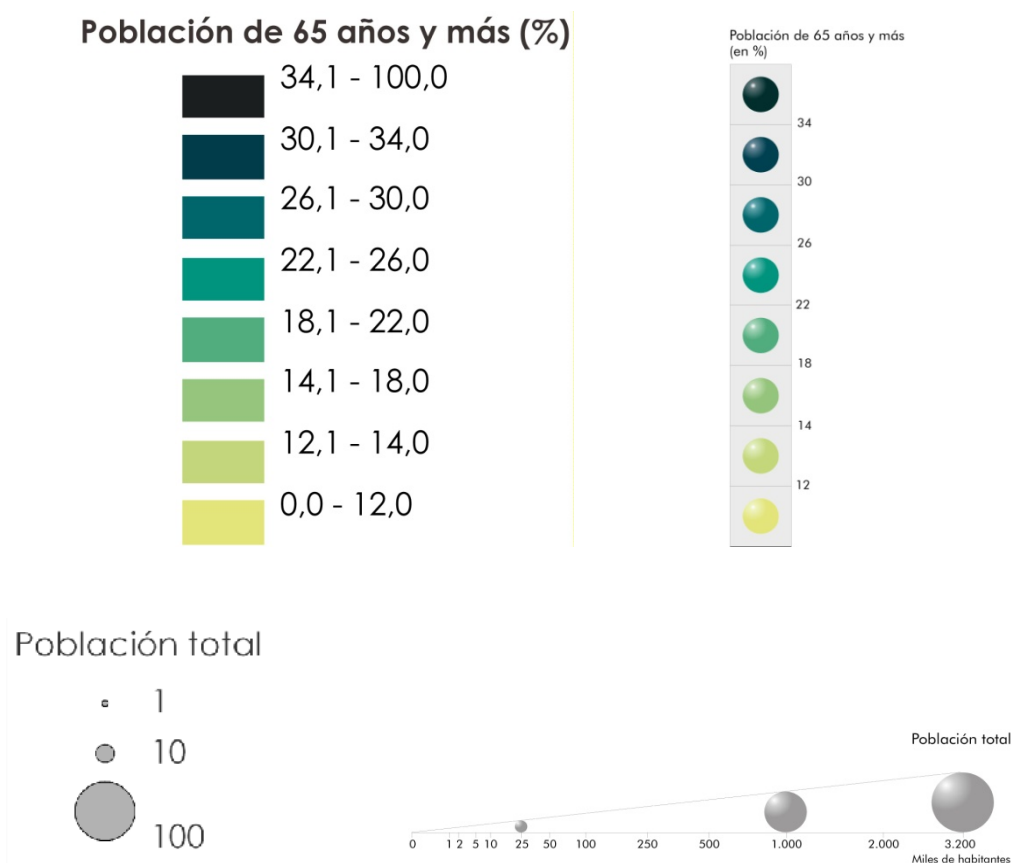


Figura 4-10: Comparación entre leyendas automáticas generadas por SIG (Izquierda) y las personalizadas en sistemas infográficos para los mapas realizados en esta tesis doctoral. (derecha).

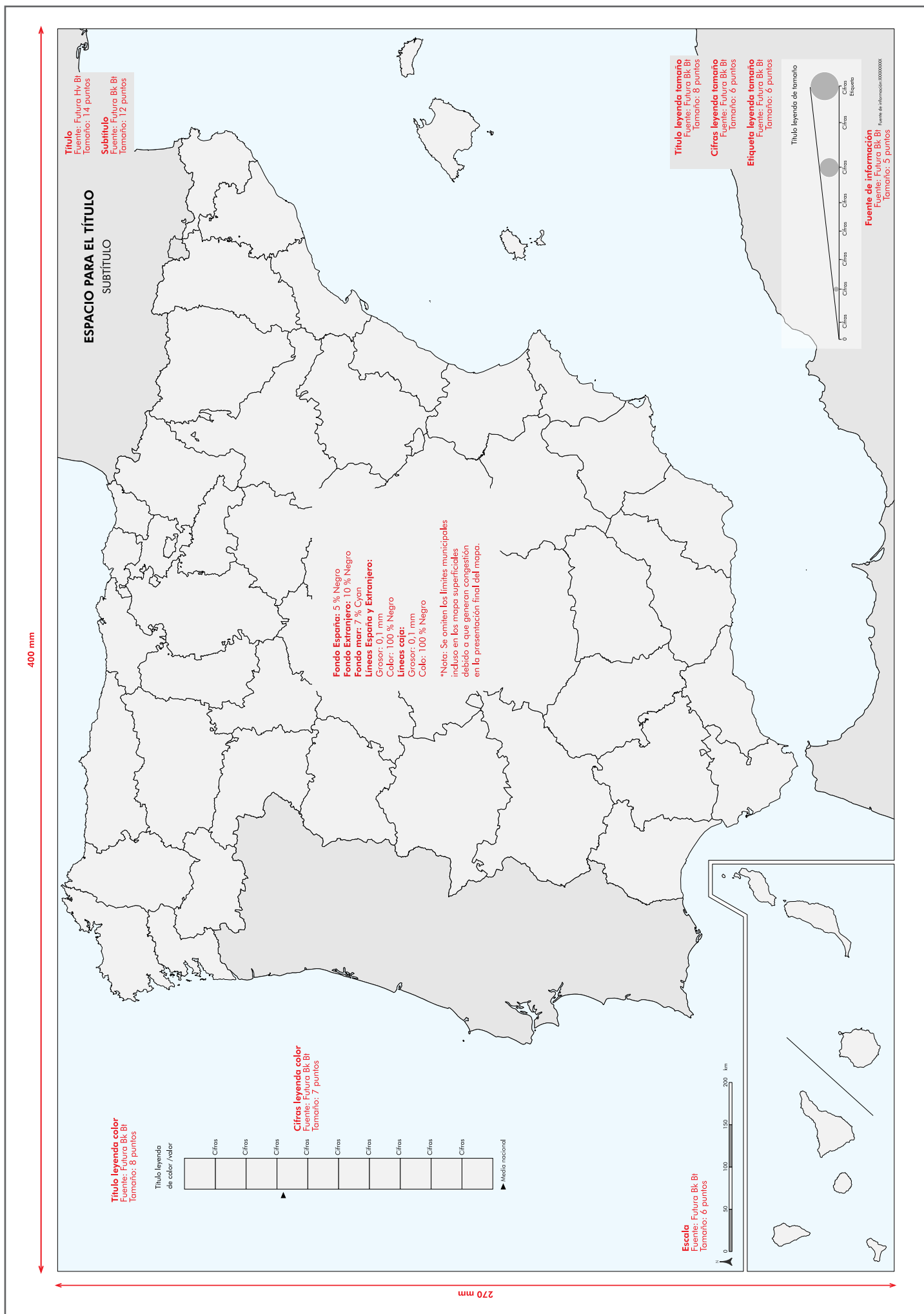
La explicación del resto de elementos se realiza directamente sobre las maquetas que se presentan a continuación en las que se pormenorizan los tipos de letra y tamaños utilizados, la posición de cada elemento, sus características principales etc. (Vid. Figura 4-11, Figura 4-12, Figura 4-13 y Figura 4-14)



Figura 4 11: Maquetas de presentaciones, escala 1:16.000.000 (No es tamaño real)



Figura 4 12: Maquetas de presentaciones, escala 1:8.250.000 (No es tamaño real)



4.2. COMENTARIO DE LOS ASPECTOS CARTOGRAFICOS MÁS RELEVANTES

Este segundo gran apartado del capítulo 4 se dedica al análisis de las singularidades cartográficas más características de la propuesta presentada mediante el comentario de casos concretos. Dichas características son: el empleo de la implantación puntual y lineal ligada a la variable visual tamaño, el uso de la implantación superficial, el trabajo con composiciones complejas que permiten la visualización simultánea de tres variables reales mediante dos tipos de implantación, la utilización de cartografía ráster, el uso de series de mapas y el aprovechamiento de la capacidad analítica de la cartografía. Ya se ha mencionado que los mapas realizados que desarrollan la propuesta han sido realizados y se encuentran en el Anexo I, incluido en el DVD adjunto.

La estructura utilizada para el comentario de cada uno de los ejemplos expuestos es la siguiente:

- A) Descripción cartográfica:** Cómo se ha diseñado el mapa
- B) Análisis Geográfico:** Qué se puede ver en el mapa
- C) Elementos positivos:** Qué ha hecho seleccionar esta trayectoria
- D) Elementos mejorables:** Qué limitaciones e inconvenientes se han asumido
- E) Posibles alternativas:** La elección de trayectorias y composiciones alternativas. Algunas generalidades serán obviadas, como el hecho de cambiar valor por combinación de valor y color o por el empleo de la textura, que no ofrece mejor alternativa.

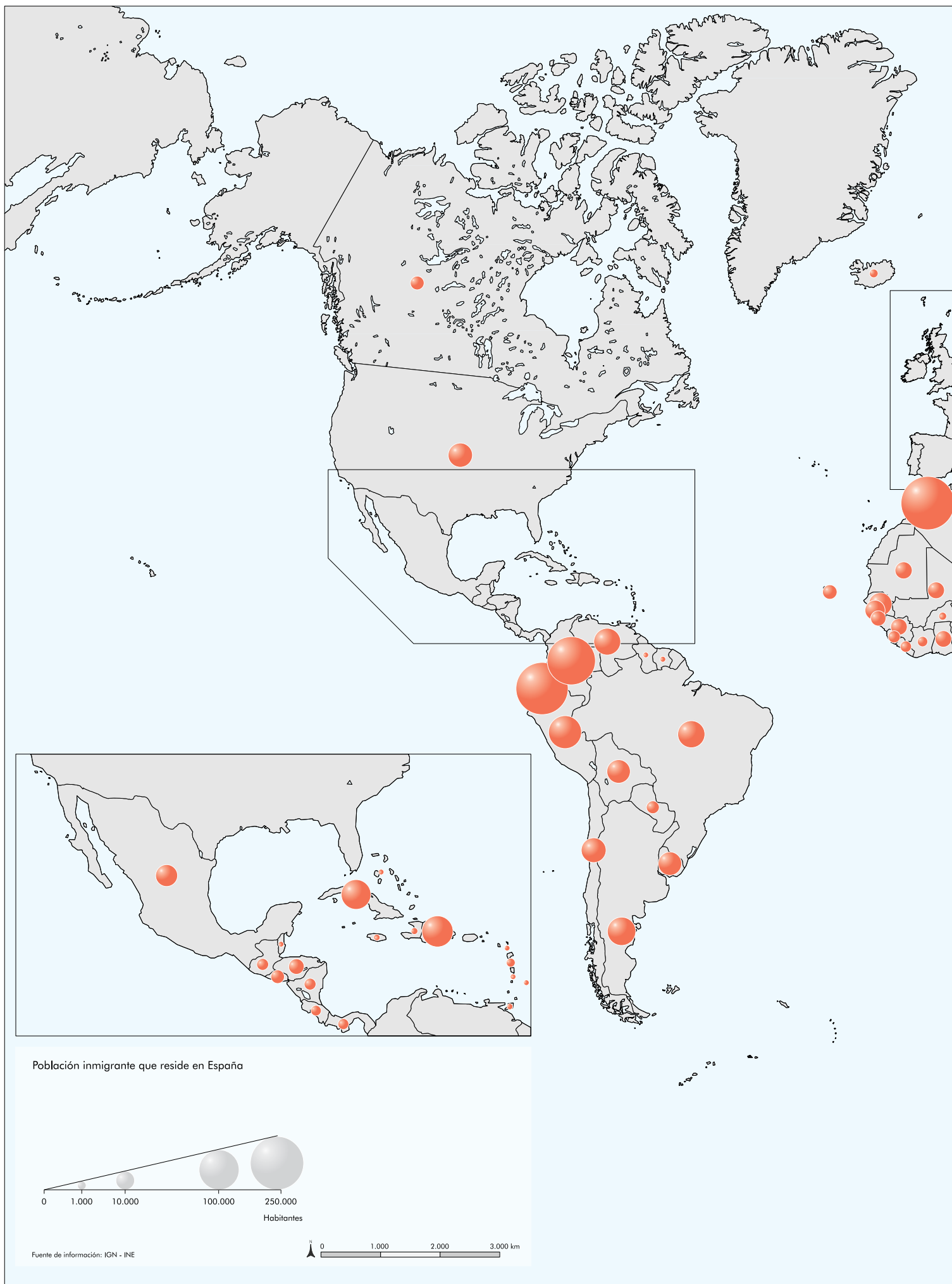
4.2.1. El empleo de la implantación puntual ligada a la variable visual tamaño

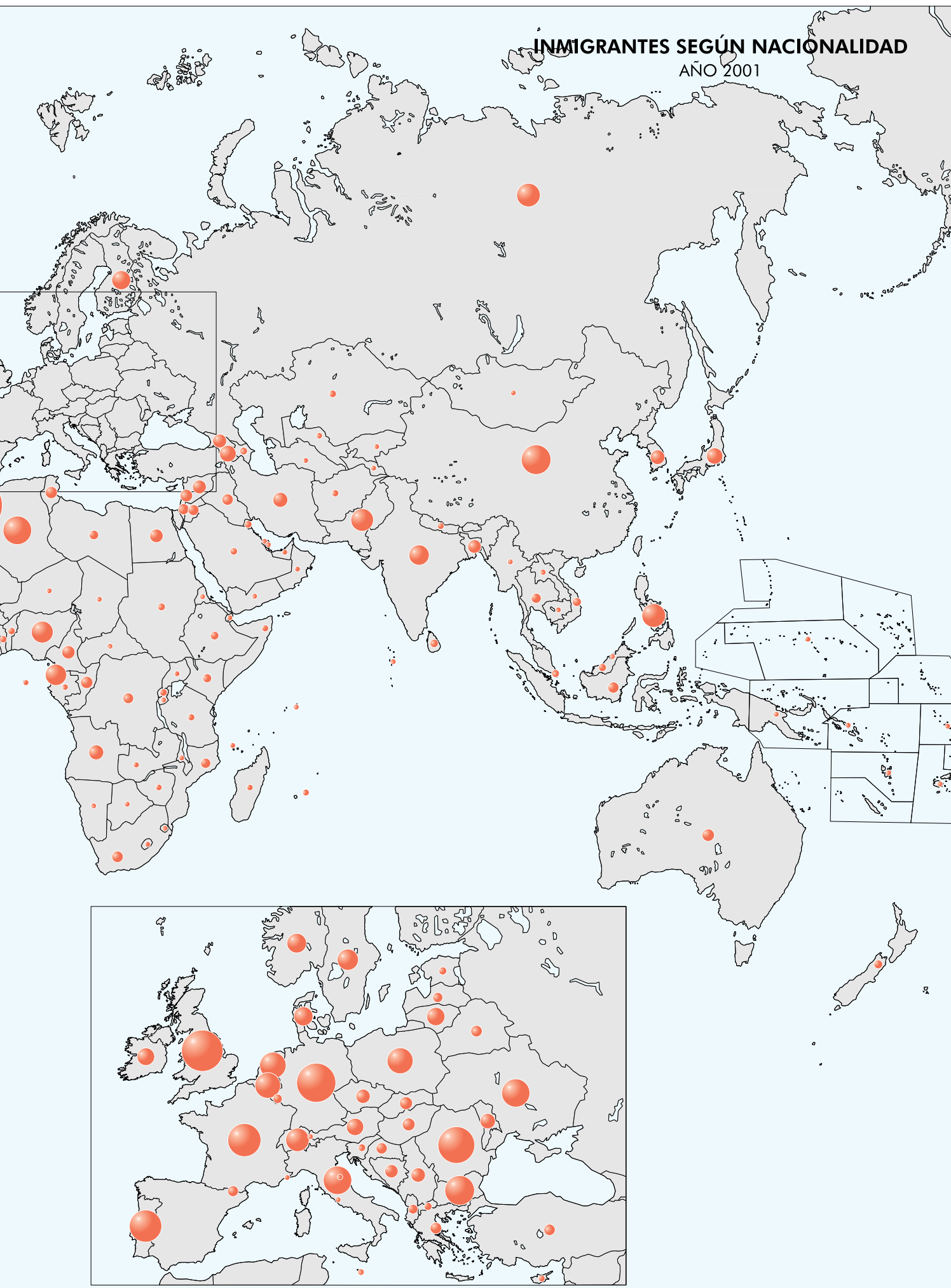
Tal y como se ha expuesto en el capítulo anterior la visualización de las cifras de carácter absoluto a través de la implantación puntual vinculada a la variable tamaño se considera un pilar fundamental de la cartografía temática aplicada a Geografía de la Población. Es por eso que se dedica este primer apartado a presentar ejemplos concretos que merece la pena destacar, lo que se realizará en base a tres empleos diferenciados: el uso simple de esta trayectoria cartográfica, su empleo en el marco de una serie de mapas y resultados que podemos considerar insatisfactorios.

4.2.1.1. El uso simple de la implantación puntual ligada a la variable tamaño: Inmigrantes según nacionalidad

(Vid. Mapa 4-1)

| INMIGRANTES SEGÚN NACIONALIDAD | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Inmigrantes según nacionalidad | Cuantitativa | Recuento | Puntual | Tamaño | 37 | - |





Mapa 4 1: Inmigrantes según nacionalidad, 2001.

- A) Comentario cartográfico:** Este mapa representa la nacionalidad de los inmigrantes residentes en España localizándolos en su estado de origen mediante implantación puntual, cuyo tamaño ha sido graduado volumétricamente respecto a la cifra total de habitantes a la que refiere, por lo que se puede afirmar que la trayectoria cartográfica seleccionada ha sido la 20. Se ha optado por su utilización debido a que la información a asimilar por el lector es considerable, se espera de él no solo que decodifique el tamaño de la esfera situada en cada nación para obtener la cifra total de residentes en España de una procedencia concreta, sino que recurra a sus posiblemente olvidadas clases de Geografía de la escuela para recordar el nombre de cada uno de los países, puesto que se ha presupuesto que dispone de este conocimiento previo. Dado que son dos las tareas pendientes se ha considerado oportuno reducir la representación a una sola variable.

Otra de las características de este mapa es la utilización de ventanas que amplían determinadas áreas geográficas, a modo de mapas auxiliares en las que el dimensionamiento aplicado a la localización original resultaba inadecuado e impedía la correcta visualización de las diferentes esferas. Con objeto de utilizar una sola leyenda decodificadora del tamaño se ha mantenido el dimensionamiento en las ventanas de ampliación, de manera que tan solo se ve modificada la escala geográfica y se facilita la comparación con el resto de elementos temáticos del mapa.

En cualquier caso el rango de la variable es notablemente amplio, oscilando entre una persona de Antigua y Barbuda, Maldivas, Swazilandia e Islas Salomón y las más de 228.000 procedentes de Marruecos. El dimensionamiento volumétrico, aunque potencia la visualización de las esferas de menor entidad, no resulta del todo satisfactorio para las cifras extremas de la parte baja de la tabla, por lo que se ha recurrido la representación de los datos inferiores a 100 personas con símbolos del mismo tamaño.

- B) Análisis geográfico:** España registraba en su censo de población de 2001 personas nacidas en más de 180 países diferentes, aunque convenga añadir que de ellos, algo más de la tercera parte tienen en España menos de cien personas, mientras que solamente entre seis de ellos: Marruecos, Ecuador, Colombia, Reino Unido, Alemania y Rumania (*Vid. Gráfico 4-1*), suman más de ochocientos mil ciudadanos, lo que supone más de la mitad de sus 1.478.147 extranjeros.

De estos inmigrantes, algunas procedencias tienen un largo recorrido histórico: Desde hace muchos años en España ha habido una fuerte colonia británica, francesa y alemana nutrida de profesores nativos de inglés, francés y en menor medida alemán, a los que se unían compatriotas suyos anclados, casi de forma permanente, en el litoral mediterráneo, en Baleares o, un poco más recientemente, en Canarias.

Algunos de ellos garantizaban incluso el intercambio con nuestros jóvenes escolares desplazados a estos países líderes de la Vieja Europa más desarrollada por motivos de idioma o por cuestiones de tecnologías de vanguardia.

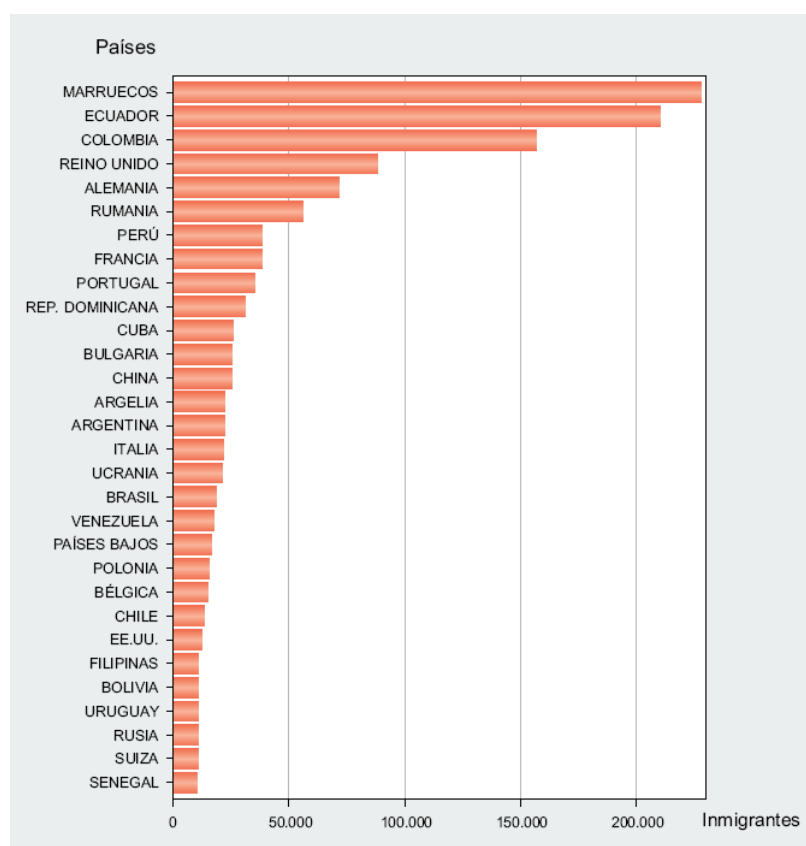


Gráfico 4-1: Inmigrantes por nacionalidad, 2001. (Calvo Palacios y Pueyo Campos, 2008)

El grueso de estas tres procedencias, a las que habría que añadir Holanda, con más de 16.000 inmigrantes, Bélgica con cifras superiores a 14.000 o Dinamarca, Noruega o Suecia, en torno a cinco mil cada uno de ellos, reside en España por motivos turísticos aprovechando el buen clima del litoral mediterráneo, los bajos precios comparativos con sus países de origen y las excepcionales ofertas de viaje que los tour-operadores de sus países y las compañías aéreas de bajo coste, han venido gestionando desde que, a partir de los años sesenta, España se abriera al turismo mundial con una oferta sin precedentes de sol y playa. La generalización posterior de la Seguridad Social y los convenios europeos de atención a los ciudadanos de la UE, ha hecho el resto para fijar en nuestro país una proporción de inmigrantes muy superior a las cifras de los años ochenta por las ventajas comparativas en cuanto a servicios y seguridad ciudadana respecto a otros potenciales competidores en el Mediterráneo o en el Caribe.

Las nacionalidades de origen precitadas aportan poca mano de obra, aunque eso sí, muy cualificada. El grueso de la mano de obra llegada a España demandando un puesto de trabajo ha venido de países generalmente con niveles de renta inferiores al nuestro. Esa lista comienza por nuestro vecino Portugal, la frontera entre ambas

naciones ha sido siempre deliberadamente permeable dadas las innegables afinidades y vínculos históricos existentes, hecho que favorecía en 2001 la residencia en España algo más de treinta y cinco mil inmigrantes portugueses.

La lista continúa posteriormente con los países colonizados siglos atrás por España al otro lado del Atlántico, donde las raíces culturales y el idioma se convierten en vínculo eficaz y preeminente para lograr una fácil inserción en España. Ecuador y Colombia, con cifras que rondan los 210.000 y 155.000 personas respectivamente, van a la cabeza de todos ellos, no tanto porque hubiera menos vínculos con otros países americanos, sino porque las difíciles circunstancias recientes han empujado a la emigración a una buena parte de sus ciudadanos, sin alternativas viables para ganarse la vida ni buscar un futuro para sus hijos en sus territorios de origen.

A ellos se han unido además otros países americanos con el mismo bagaje como Cuba (26.068 inmigrantes), Argentina (22.051 inmigrantes), Brasil (18.401 inmigrantes), Venezuela (17.767 inmigrantes) o Chile (16.416 inmigrantes). En todos los casos han influido además convenios de colaboración de todo tipo, sin ignorar el campo universitario que ha sido un buen vivero. En su mayor parte este tipo de inmigrantes han sido mujeres y se han dedicado sobre todo a cuidados de ancianos y tareas domésticas.

La proximidad geográfica también ha jugado un papel importante para atraer a nuestros vecinos del sur. Las diferencias de nivel de vida estimulan anhelos de un futuro mejor por el que vale la pena arriesgar incluso la vida. España ha recibido fuertes contingentes del norte de África, no siempre amparados por el conocimiento de nuestro idioma, como podría haber sucedido con los procedentes de nuestras antiguas posesiones africanas. Muchos de ellos comenzaron su contacto con España para labores de recolección agraria y posteriormente, cuando se han regularizado, han ido derivando a empleos acogidos al régimen general de la seguridad social, casi siempre construcción, no solo por su mayor cobertura sino porque se suele tratar de empleos mejor pagados. De esta procedencia africana, el primer país es Marruecos (228.326 inmigrantes) y ya a cierta distancia siguen Argelia (22.051), Senegal (10.494), Nigeria (8.221) y con cifras mucho menores, Mauritania, Gambia o Mali.

Dentro de los contingentes migratorios que han llegado a España en fechas relativamente recientes, figuran los países del antiguo bloque soviético. En primer lugar figuran los rumanos superando los 56.000 en nuestro país, que aprovechan las ventajas de un idioma relativamente próximo al castellano, seguidos a cierta distancia por búlgaros (25.312), ucranianos (21.292) y polacos (15.548) bastante bien organizados éstos últimos por cuanto configuran cuadrillas especializadas dentro de la construcción que subcontratan para trabajar de forma autónoma, lo que les da una cierta preeminencia dentro del mercado laboral y unos ingresos más saneados.

Quedan finalmente los países asiáticos y de Oceanía, cuya presencia es bastante reducida y su dedicación principal va en la línea de la restauración y el comercio de bajo *standing*.

C) Elementos positivos: Los datos de inmigrantes según nacionalidad reducían a 181 los países a representar, lo que posibilita el empleo de la implantación puntual con relativa holgura, sin que el documento quede sobrecargado. De igual forma el dimensionamiento volumétrico favorece la visualización acertada de las nacionalidades con menores cifras frente a las mayores, máxime cuando se han incluido en el mismo grupo todas aquellas con cifras inferiores a las 100 personas, para evitar figuras excesivamente pequeñas. La principal virtud de este mapa reside en que su lectura no ofrece dificultad, lo que se justifica por dos motivos: por un lado está siendo visualizada una variable real a través de una variable visual por lo que el documento resulta sencillo, por otro lado la utilización de ventanas de ampliación que mantienen la escala de tamaño de las esferas evita los problemas de superposición excesiva que habrían surgido en otro caso.

D) Elementos negativos: Resulta una práctica habitual establecer las esferas en el emplazamiento de la capital nacional, sin embargo en este caso las esferas se hallan referidas al centroide de cada uno de los polígonos que delimitan los diferentes estados. Cabe mencionar, no obstante, que en los primeros procesos de edición el centroide de los países conformados por islas quedaba localizado sobre el agua, por lo que fue necesario reinstalarlo en tierra firme, en el lugar más cercano posible al centroide original.

Quizá otro de los aspectos complejos de interpretar, es el hecho de que no se está representando un fenómeno real, la población que se codifica está situada realmente en España, tan solo es una abstracción mental la que permite devolverla a su país de procedencia, para representar el origen de los flujos migratorios y el volumen de los mismos.

E) Posibles alternativas: Dos alternativas correctas serían posibles respecto a la concepción de este mapa:

- El dimensionamiento volumétrico de las figuras puntuales podría ser modificado por una gradación superficial. En dicho caso sería posible optar por una discretización diferente de la variable de forma que no se optara por elementos directamente proporcionales a cada uno de los datos si no que se agrupara en intervalos mediante símbolos graduados, lo que generaría un documento de una mayor sencillez.
- Podría optarse por la selección del tipo de implantación lineal, que uniendo cada uno de los países con España estuviera graduada también por tamaño, de manera

que se ofreciera la sensación de flujo direccional. Sin embargo, es más que probable que este tipo de trayectoria, que corresponde con la 22 según el esquema presentado en el capítulo anterior, diera como resultado un documento cartográfico de difícil solución debido a la superposición de flechas y a la sobrecarga que estas supondrían respecto al espacio destinado a cartografía.

- Además sería posible completar el mapa añadiendo una segunda variable sobre las esferas, tal como el porcentaje que cada nacionalidad supone respecto al total de la inmigración en España.

4.2.1.2. El uso de la implantación puntual ligada a la variable tamaño en el contexto de una serie cartográfica: La población total

(Vid. Mapa 4-2, Mapa 4-3, Mapa 4-4, Mapa 4-5, Mapa 4-6, Mapa 4-7, Mapa 4-8, Mapa 4-9, Mapa 4-10, Mapa 4-11, Mapa 4-12, Mapa 4-13, Mapa 4-14, Mapa 4-15, Mapa 4-16 y Mapa 4-17)

| POBLACIÓN TOTAL | | | | | | |
|-----------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | - |

A) Comentario cartográfico: La idea original fue diseñar una serie cartográfica que representara una variable: la población total en diferentes fechas, preferiblemente censales para asegurar la calidad de los datos, y a dos escalas de agregación: provincial y municipal. Esta serie se configura como referencia básica para el resto de cartografía, independientemente de la temática demográfica concreta que representen.

La disponibilidad de información sobre la variable población residente a todas las escalas, incluida la municipal, se remonta a mediados del siglo XIX, ya que el conocido como “*Censo de Matrícula Catastral*” que se asigna a 1842 fue el primero institucionalizado y que toma como unidad de información el municipio. Sin embargo el escaso rigor con el que fue realizado y la baja calidad de los datos resultantes lo excluyen de ser considerado una fuente fiable (García España, 1999). Sin embargo los censos realizados desde entonces: 1857, 1860, 1877, 1887 y 1897 se caracterizan por su realización en años acabados en 7 que encajan con dificultad en las recomendaciones internacionales y sobre todo con los censos realizados a partir de principios del siglo XX.

Esta es una de las razones que han llevado a seleccionar la fecha 1900 como origen de la serie cartográfica, unido al hecho de que la intención de incorporar información censal en periodos de 20 años al comienzo de la serie y decenal al acabarla inhabilitan la elección de un momento temporal más temprano, puesto que generaría una serie de excesiva longitud.

El diseño de una serie cartográfica requiere la consideración de las fuentes y las fechas en la que está disponible la información con suficiente fiabilidad y homogenización, la excelente tarea a este respecto realizada por el Banco Bilbao Vizcaya en base a los datos del Instituto Nacional de Estadística para los datos municipales desde 1900 apoya y reafirma la decisión de establecer el inicio de la serie en 1900 que marca el comienzo del proceso realizado para las cifras de población total por la entidad bancaria.

De esta manera las fechas seleccionadas para la creación de mapas en el marco de la serie queda de la siguiente forma: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 y el último año del que se dispone información para ambas escalas: 2007.

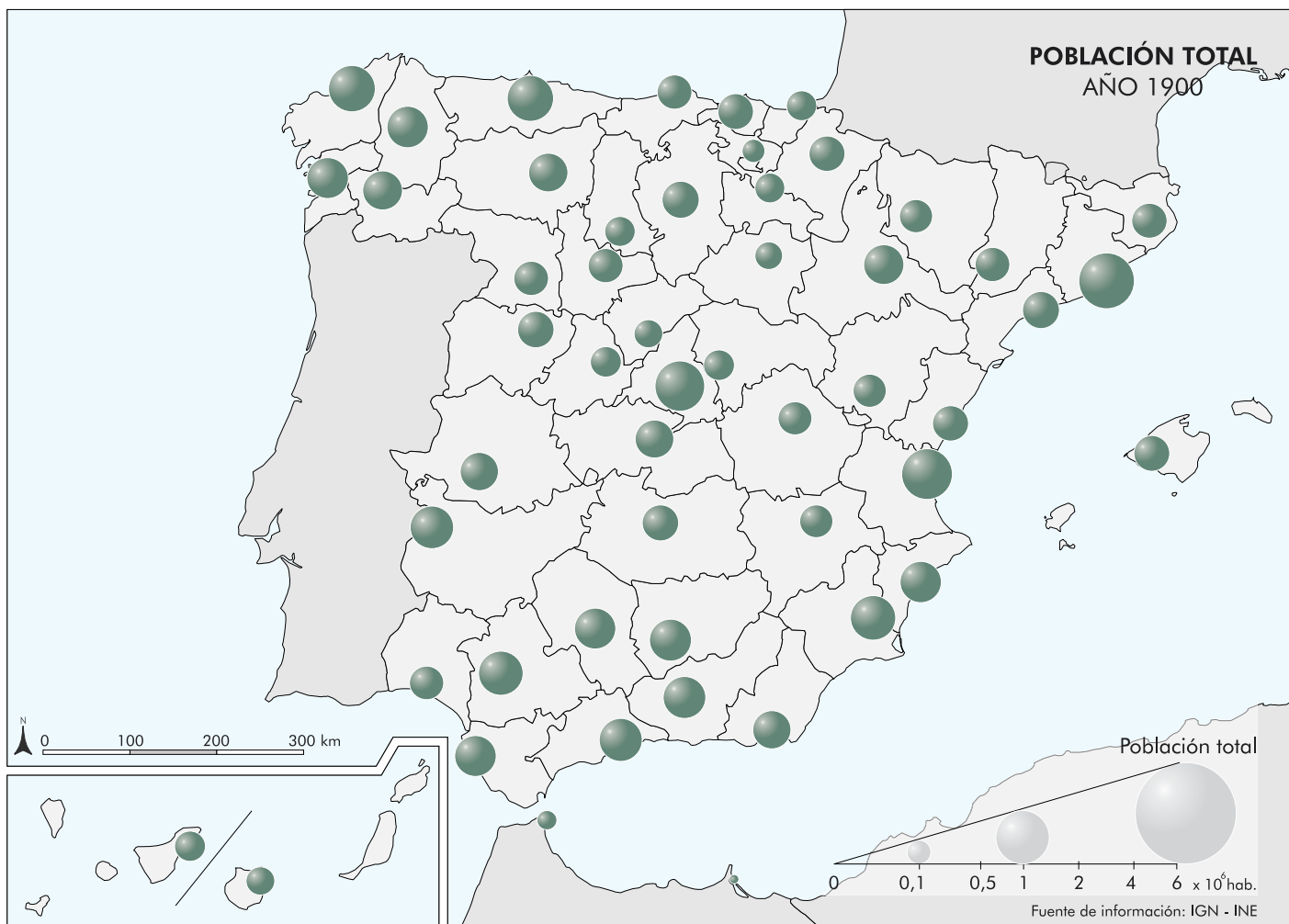
La trayectoria seleccionada, al igual que en el caso anterior, es la 20: se trata de información cuantitativa medida en escala de ratios, cuya visualización se realiza a través de implantación puntual graduada por tamaño. Este dimensionamiento se realiza en base al volumen de una esfera figurada, cuya leyenda se pretende ajustar para que sea utilizada para todos los años, de manera que la posibilidad de comparación entre los mapas con distinta fecha sea completa aunque la leyenda no sea óptima para ninguno de los mapas. El empleo del volumen en la gradación de los tamaños de los símbolos trata de soslayar los problemas derivados de la representación de una variable real con tan amplio rango de datos.

Los intentos realizados para diseñar una leyenda de tamaño válida tanto para la escala provincial como municipal resultaron infructuosos, debido a que las diferencias en las cifras máximas, aproximadamente 6 millones para los datos por provincias y 3,2 millones para los municipales suponía un impedimento excesivo. De esta manera se configura una serie cartográfica dividida en secciones paralelas: la provincial y la municipal, en las que coinciden la variable real, la trayectoria cartográfica y los momentos temporales, pero no la escala de representación.

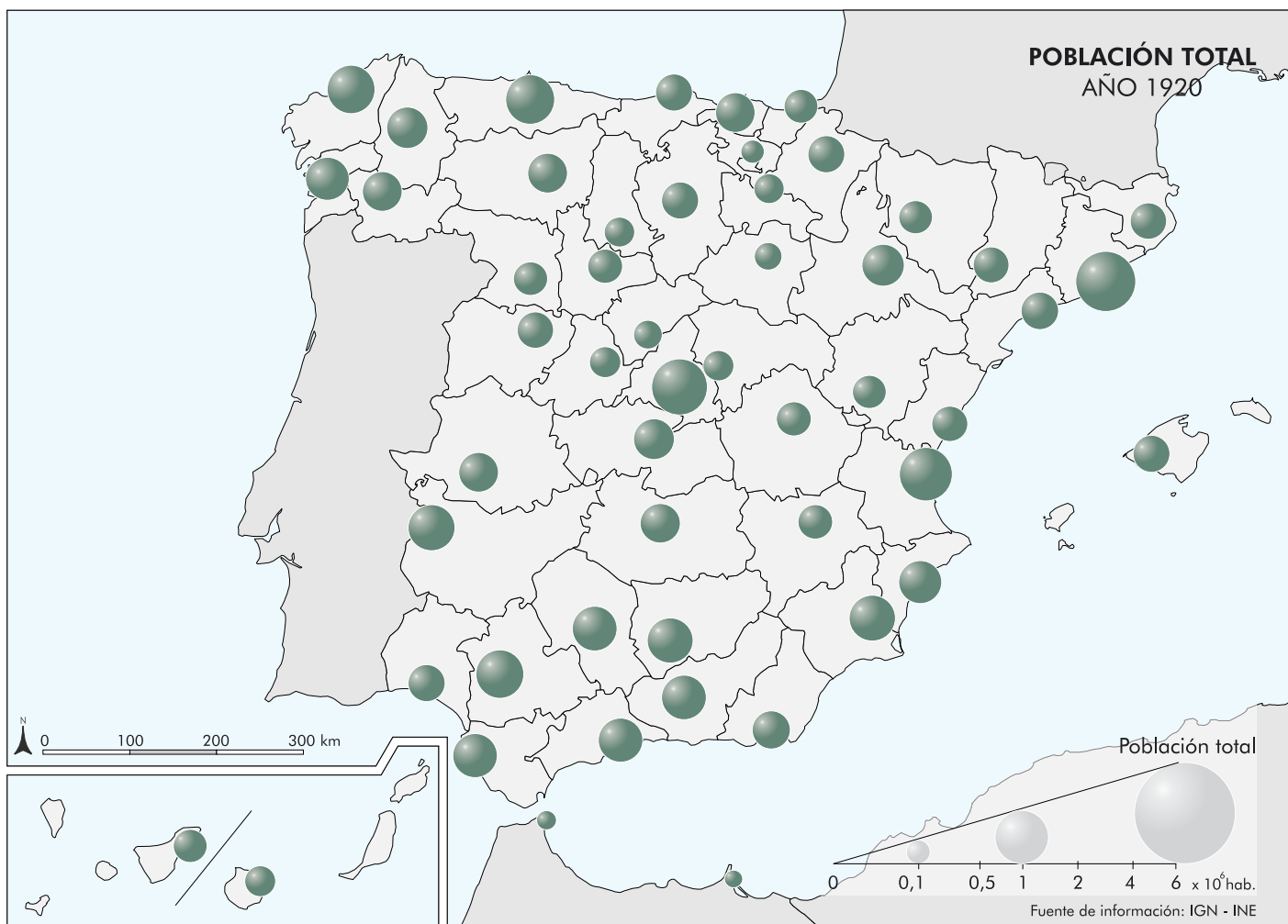
Las dos series permiten comprobar así la evolución en la distribución y en la importancia de los efectivos poblacionales españoles.

B) Análisis geográfico: La población española ha pasado de los 18,8 millones de 1900 a los 45,1 millones de 2007 lo que supone que casi se ha triplicado en 107 años (*Vid. Gráfico 4-2*).

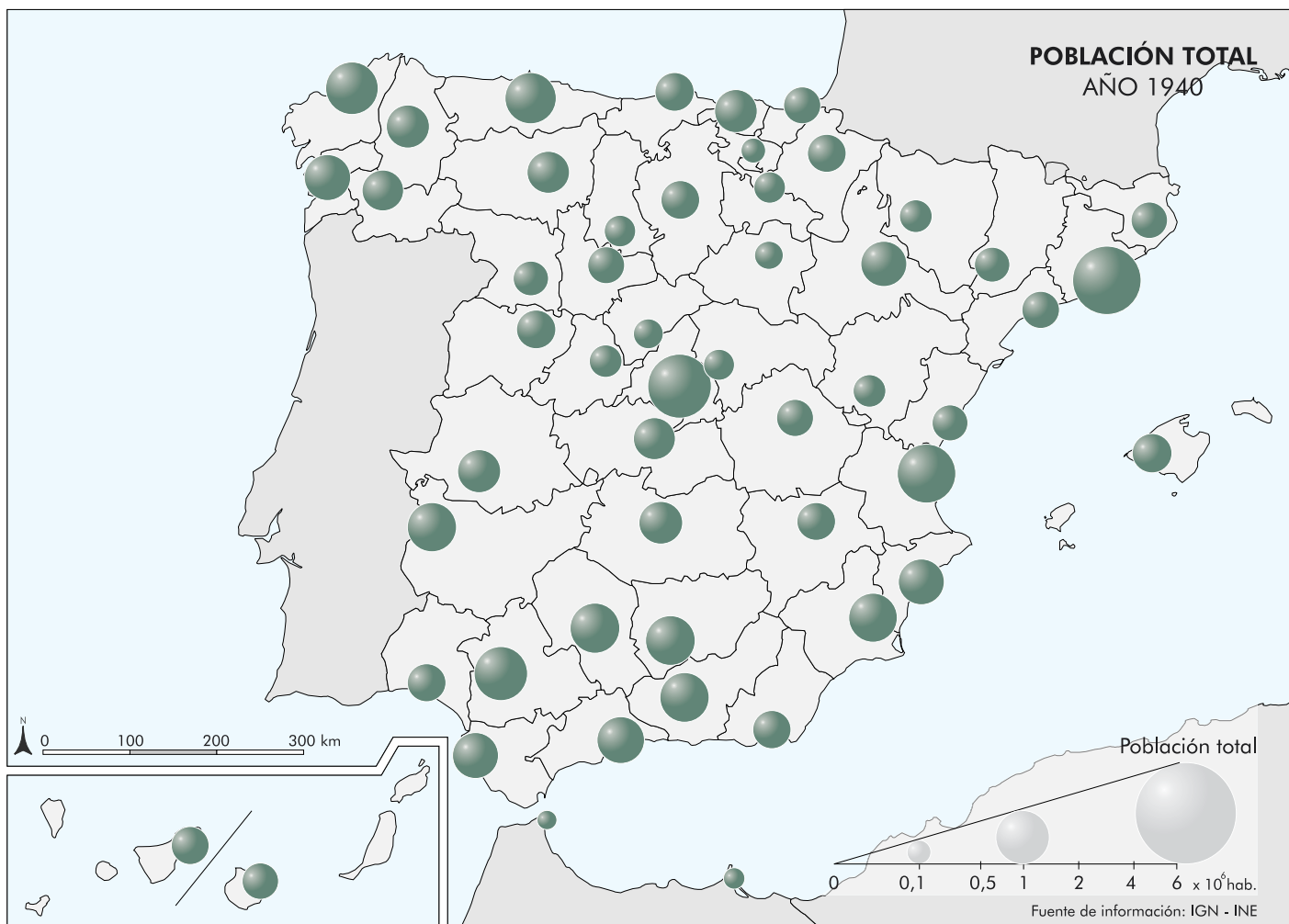
Si las diferentes provincias españolas hubieran tenido todas ellas una evolución similar habrían multiplicado su población por tres pero su peso seguiría siendo idéntico en el conjunto español, situación muy alejada de la realidad actual: se ha pasado de una sociedad predominantemente agraria a otra industrial y de servicios lo que ha supuesto importantes movimientos de los efectivos demográficos interprovinciales, que han modificado la equilibrada distribución inicial.



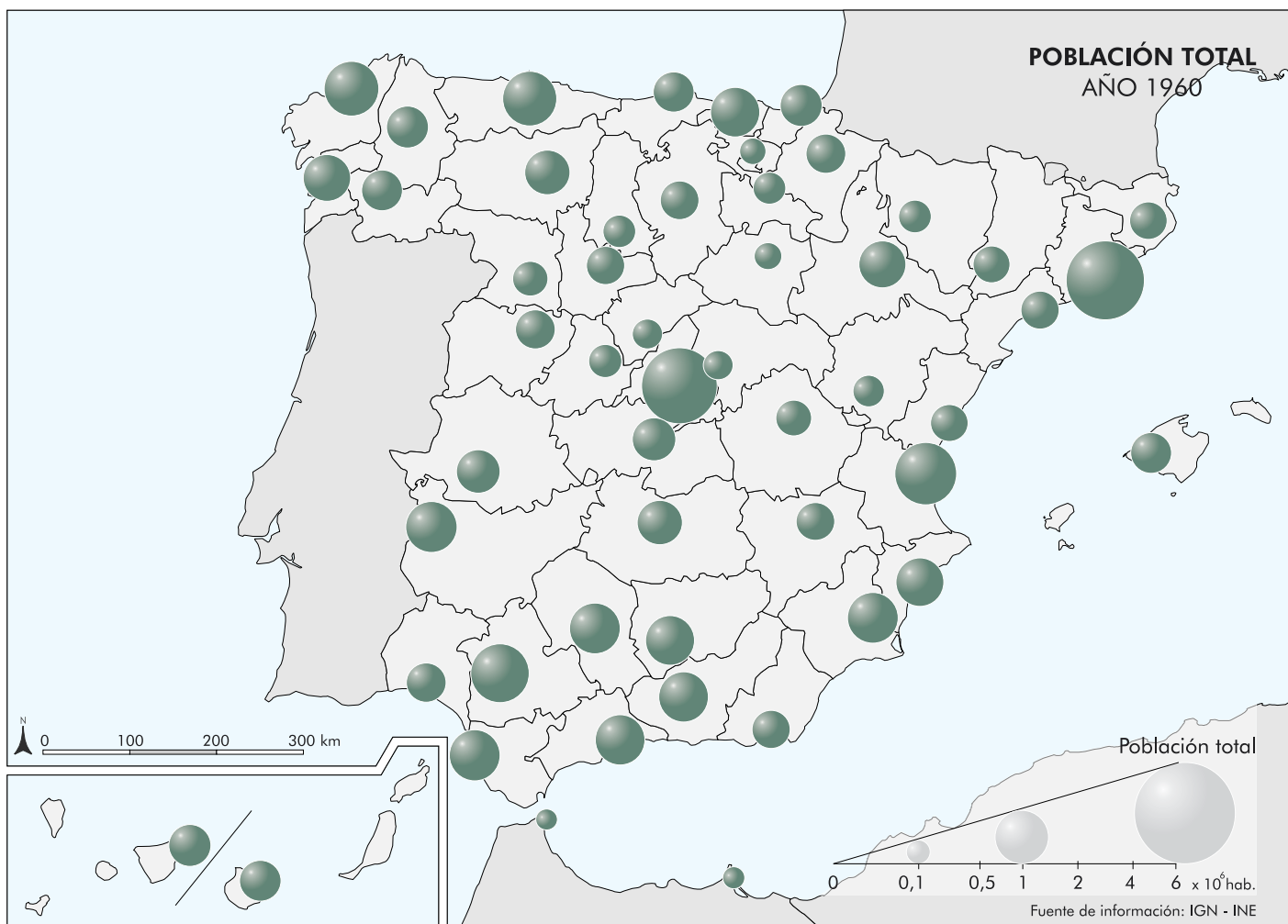
Mapa 4 2: Población total, escala provincial, 1900.



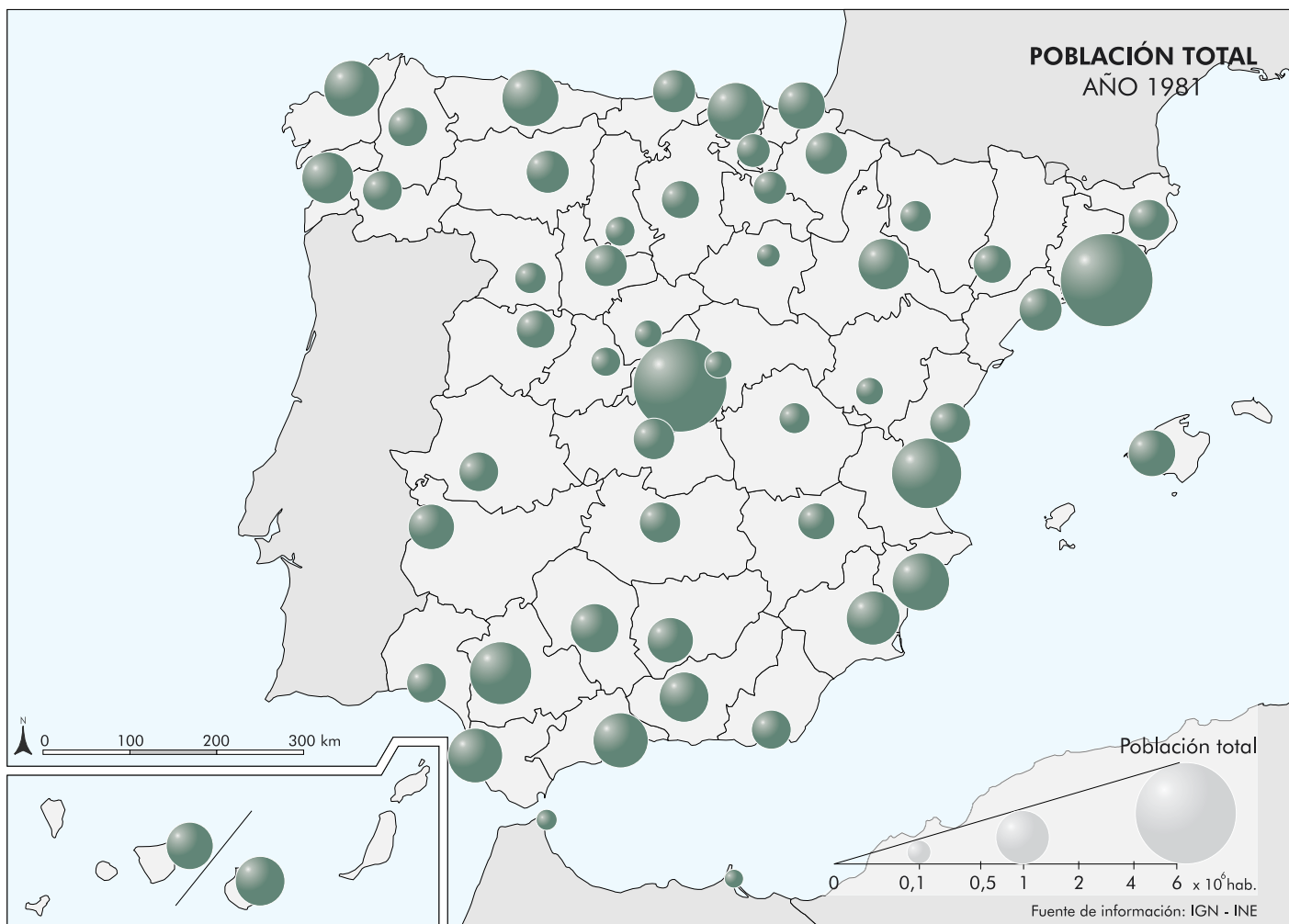
Mapa 4 3: Población total, escala provincial, 1920.



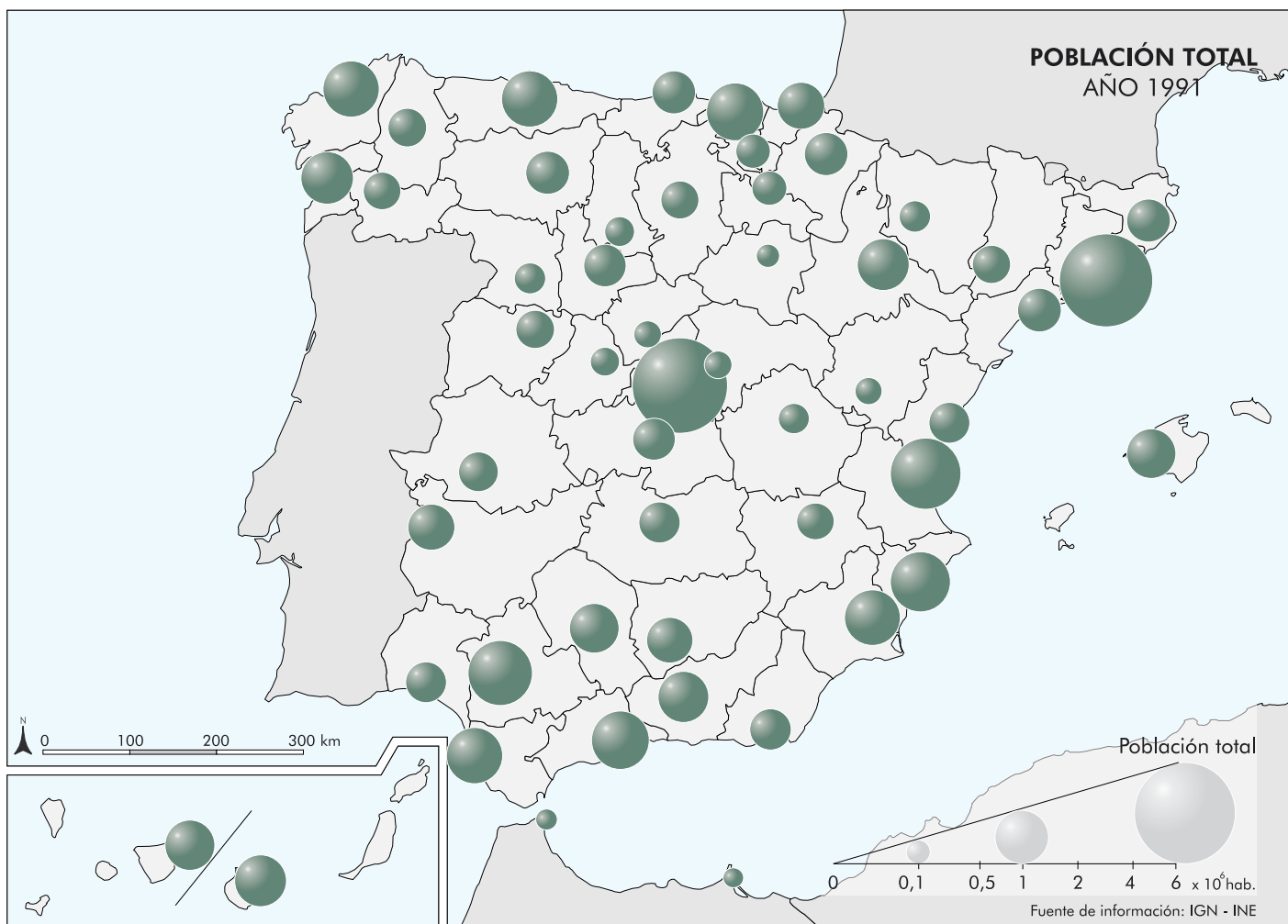
Mapa 4 4: Población total, escala provincial, 1940.



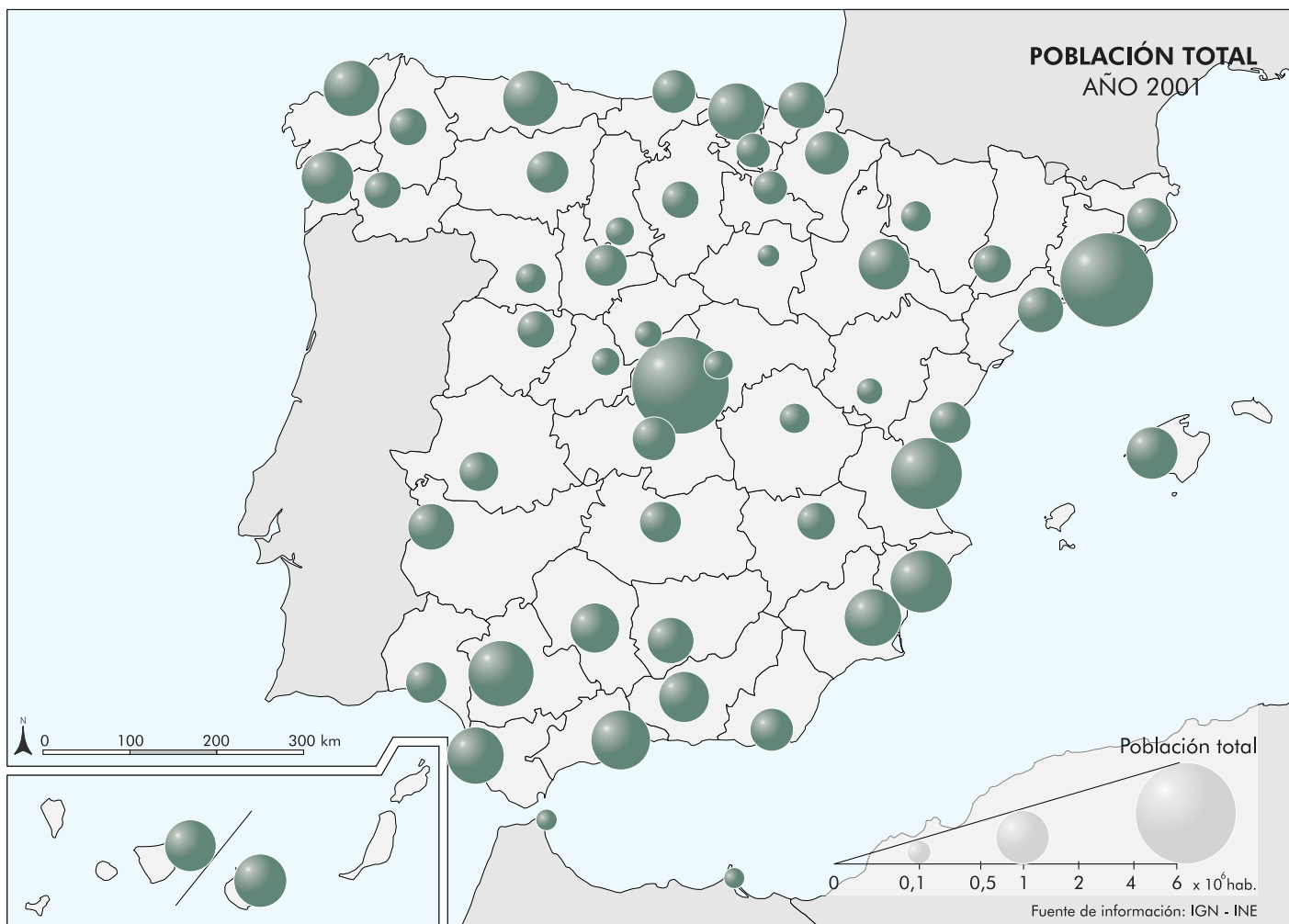
Mapa 4 5: Población total, escala provincial, 1960.



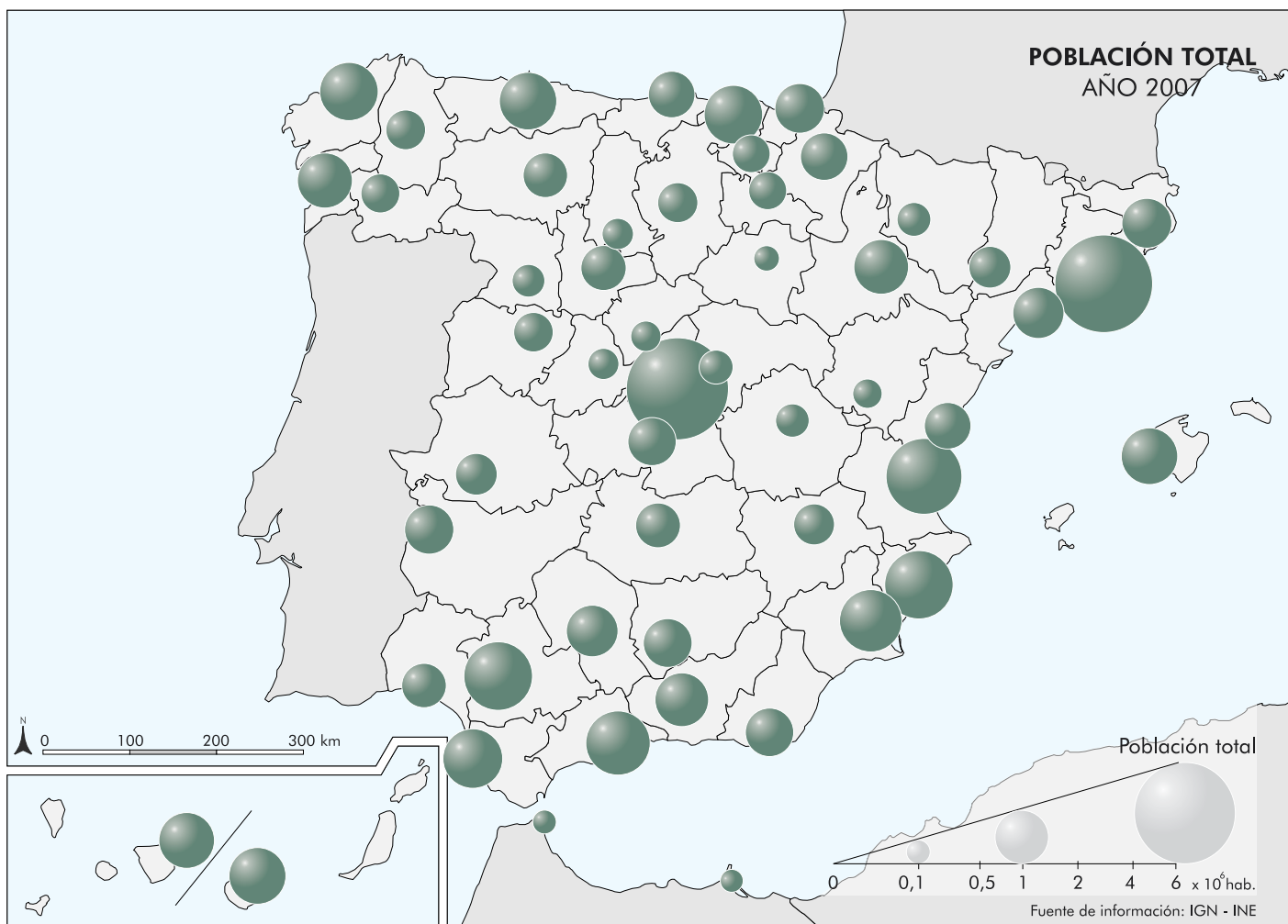
Mapa 4 6: Población total, escala provincial, 1981.



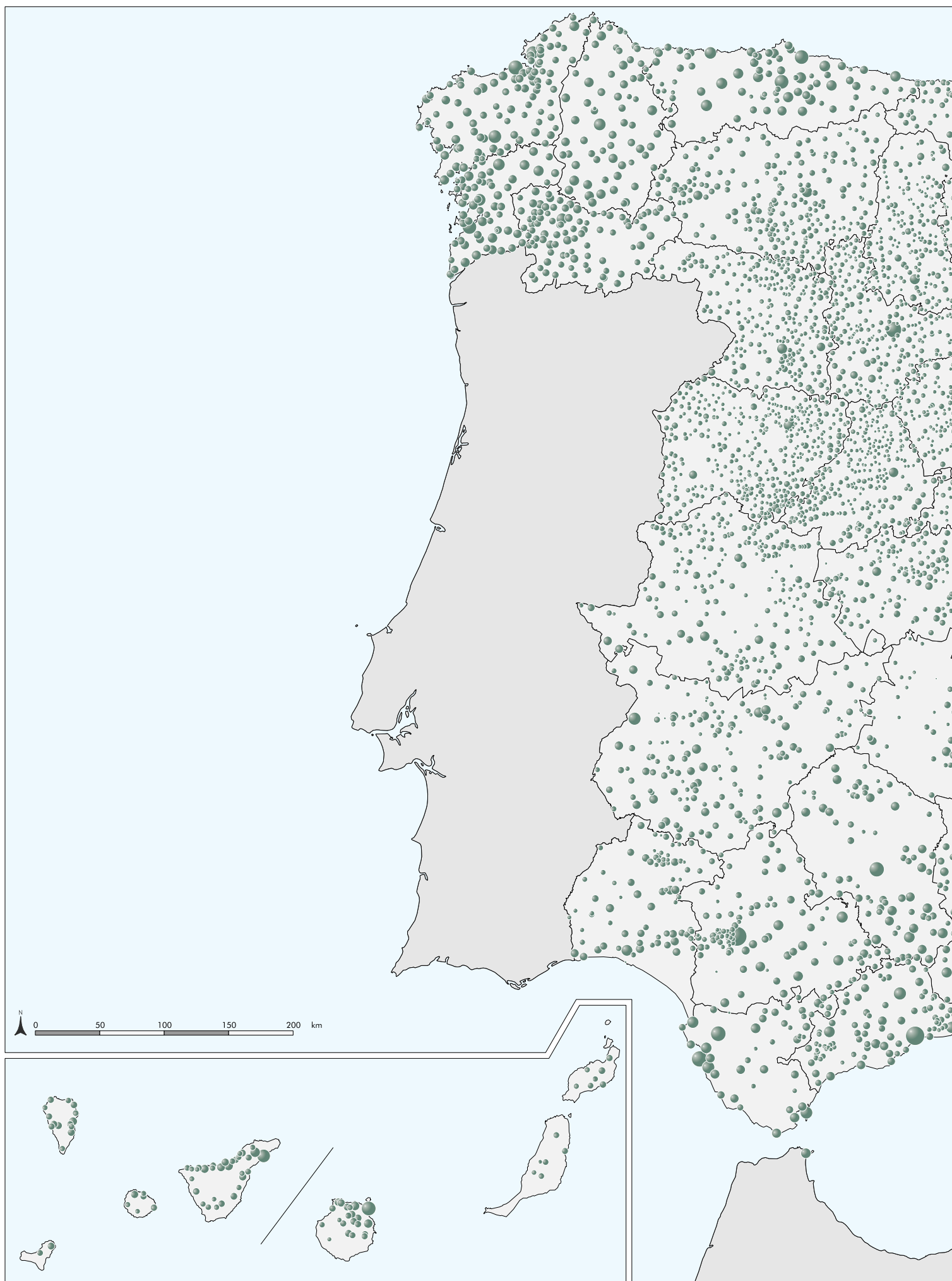
Mapa 4 7: Población total, escala provincial, 1991.

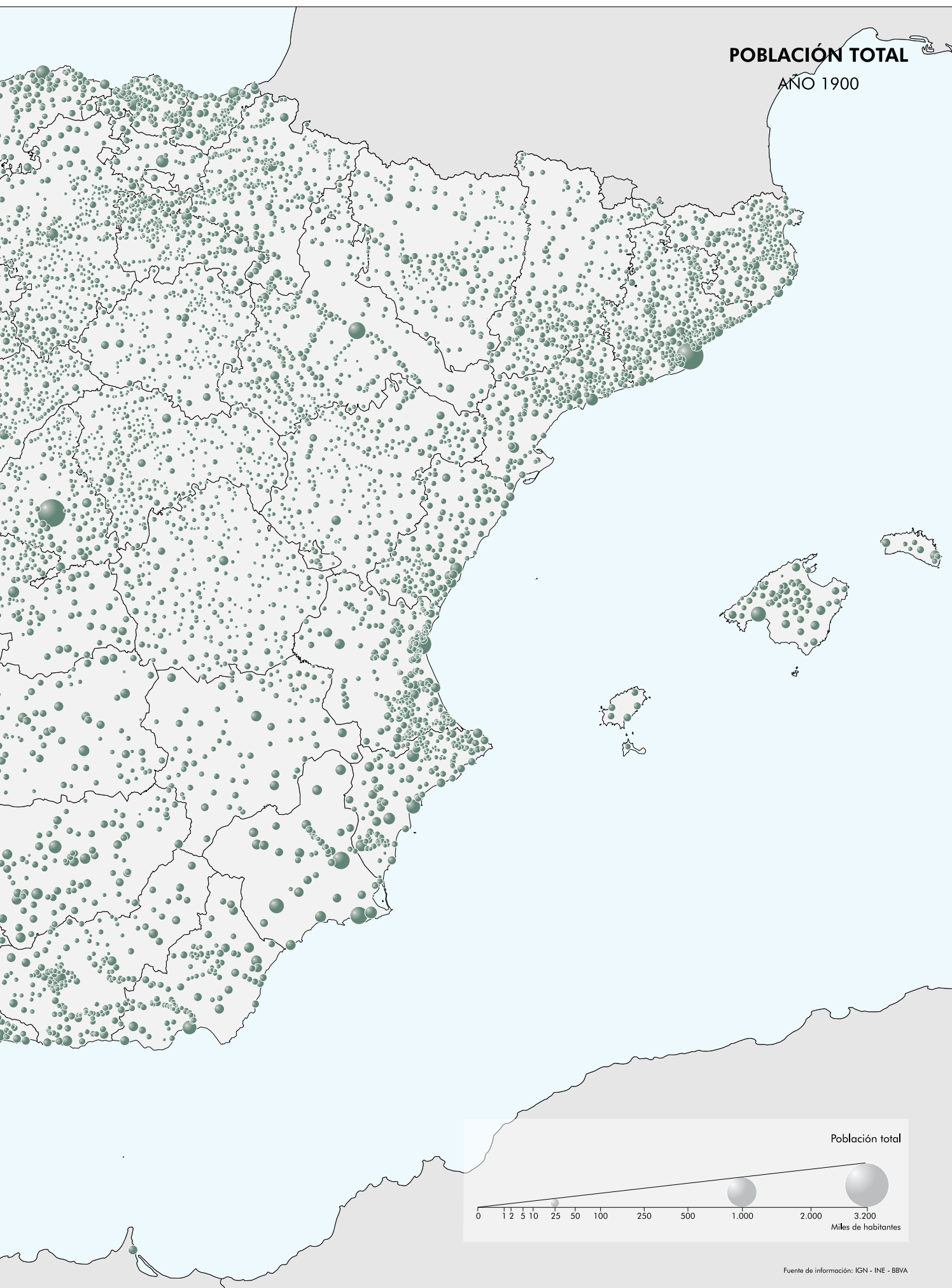


Mapa 4 8: Población total, escala provincial, 2001.

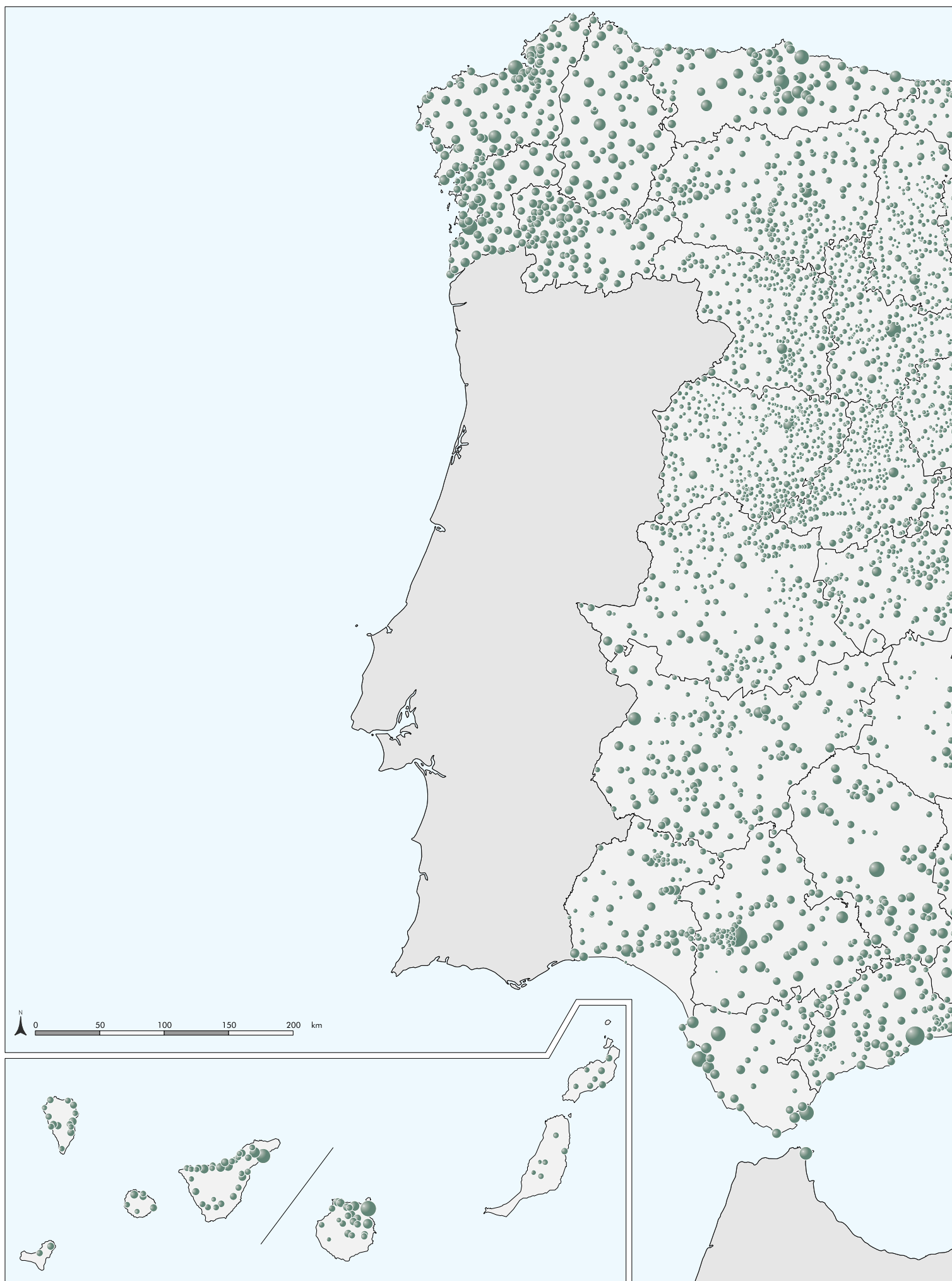


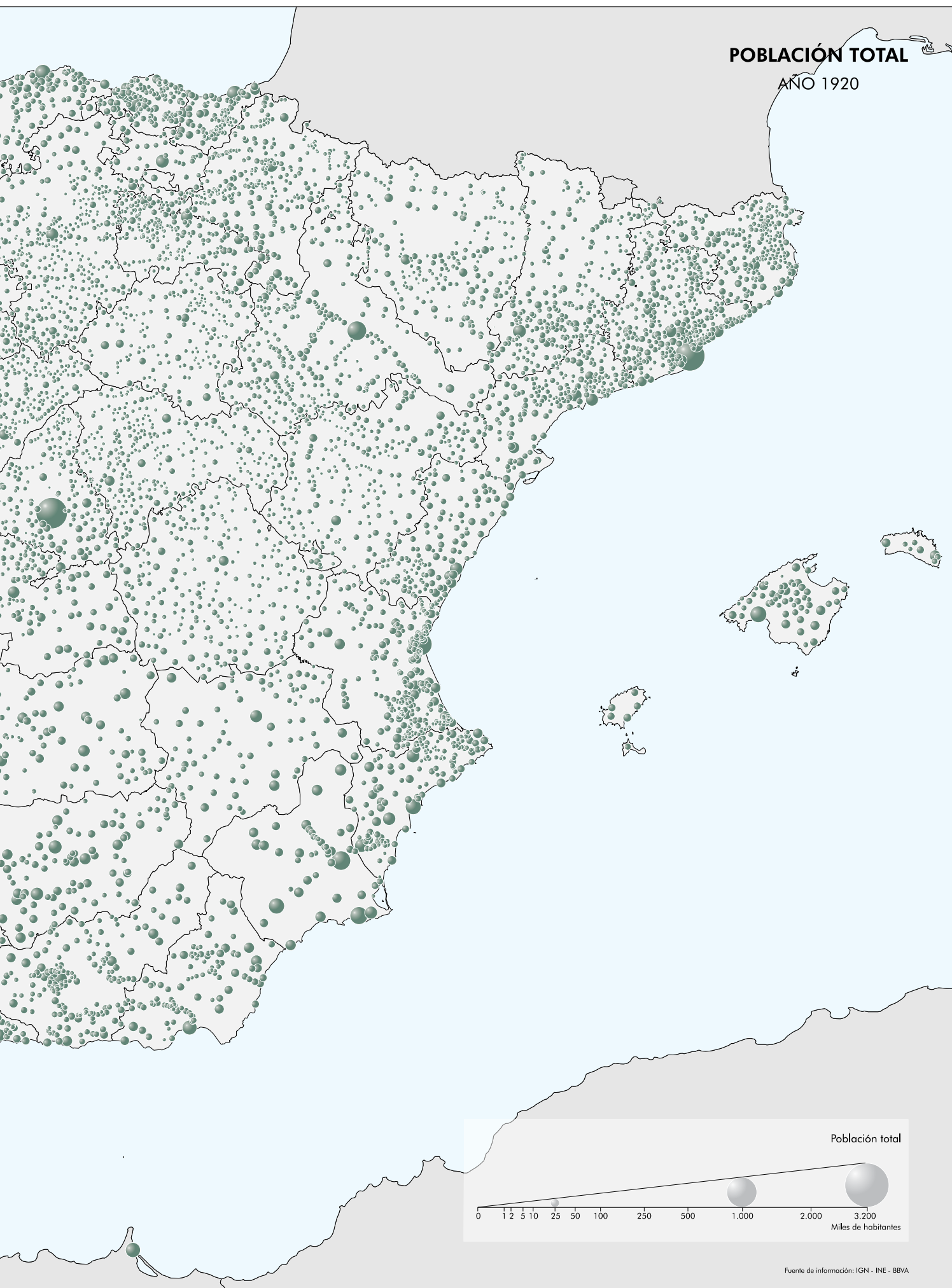
Mapa 4 9: Población total, escala provincial, 2007.



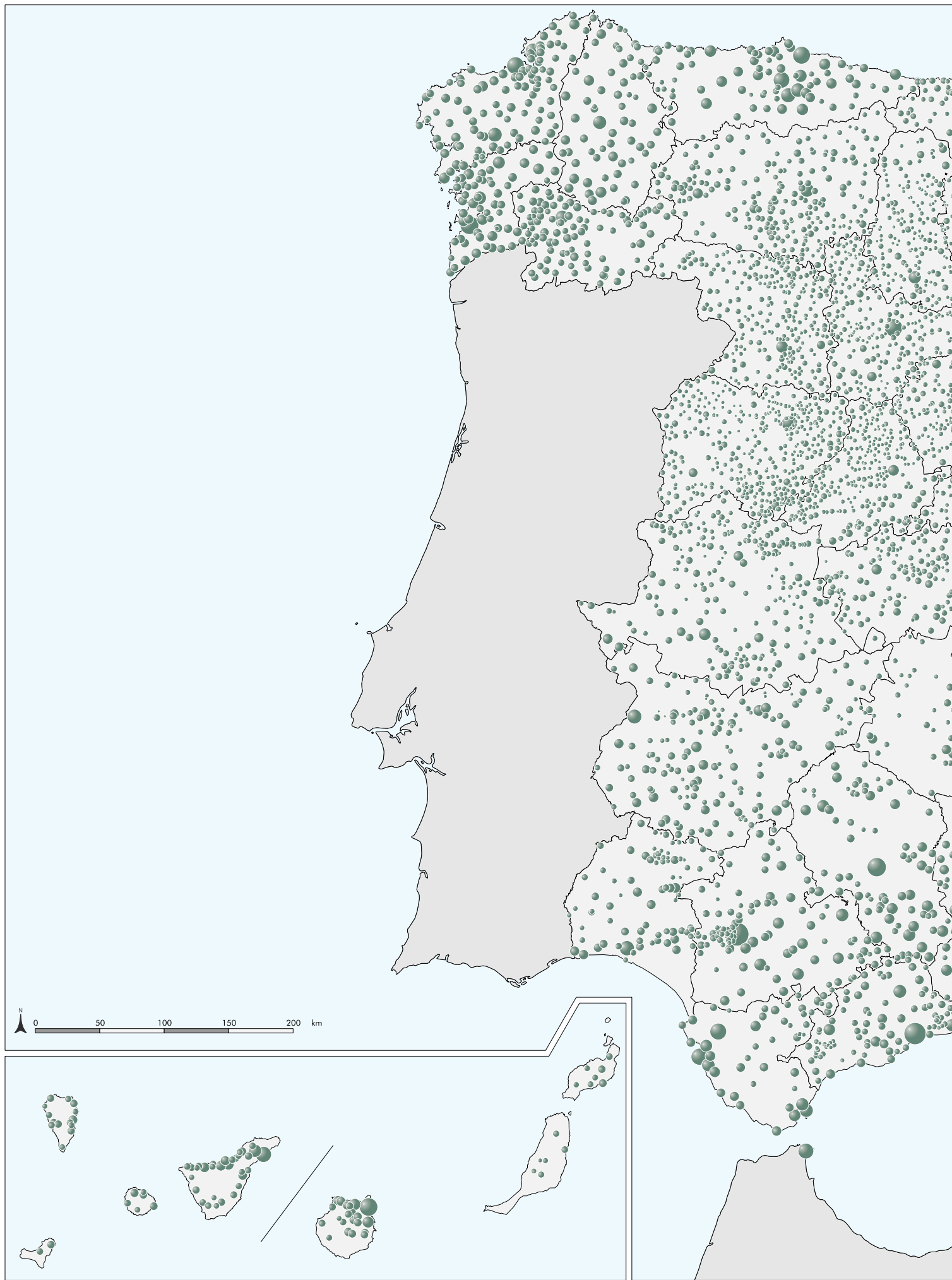


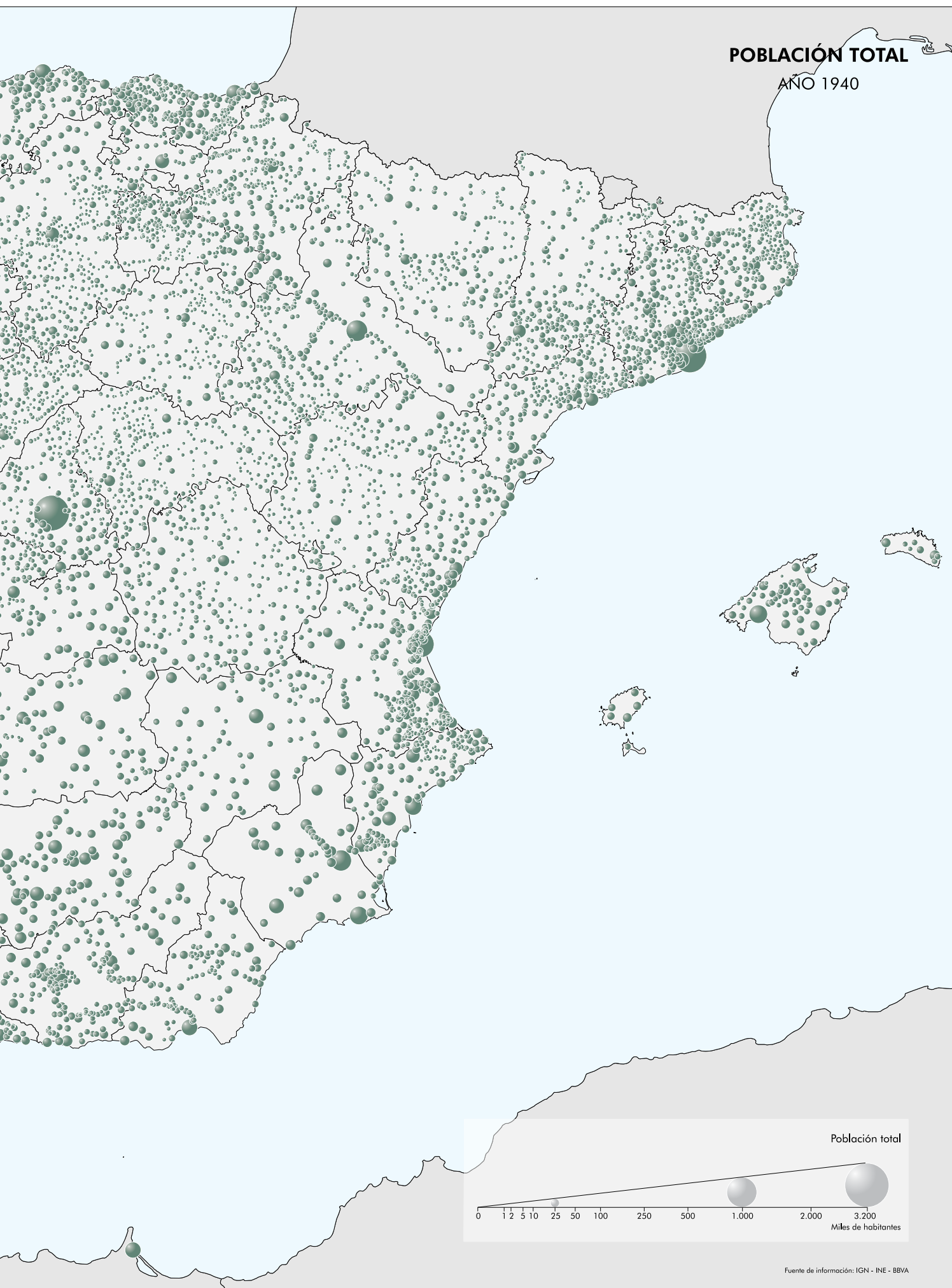
Mapa 4 10: Población total, escala municipal, 1900.



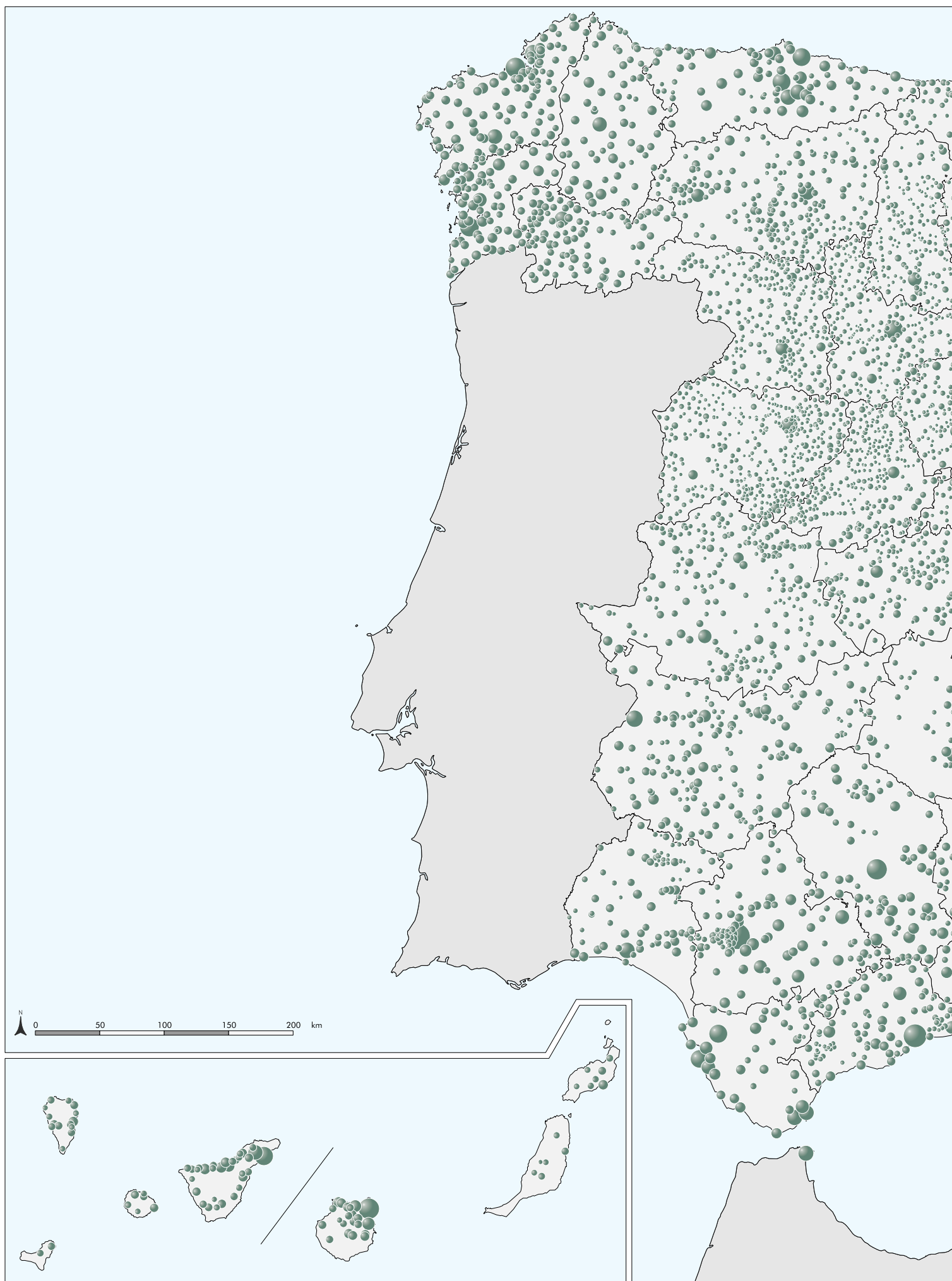


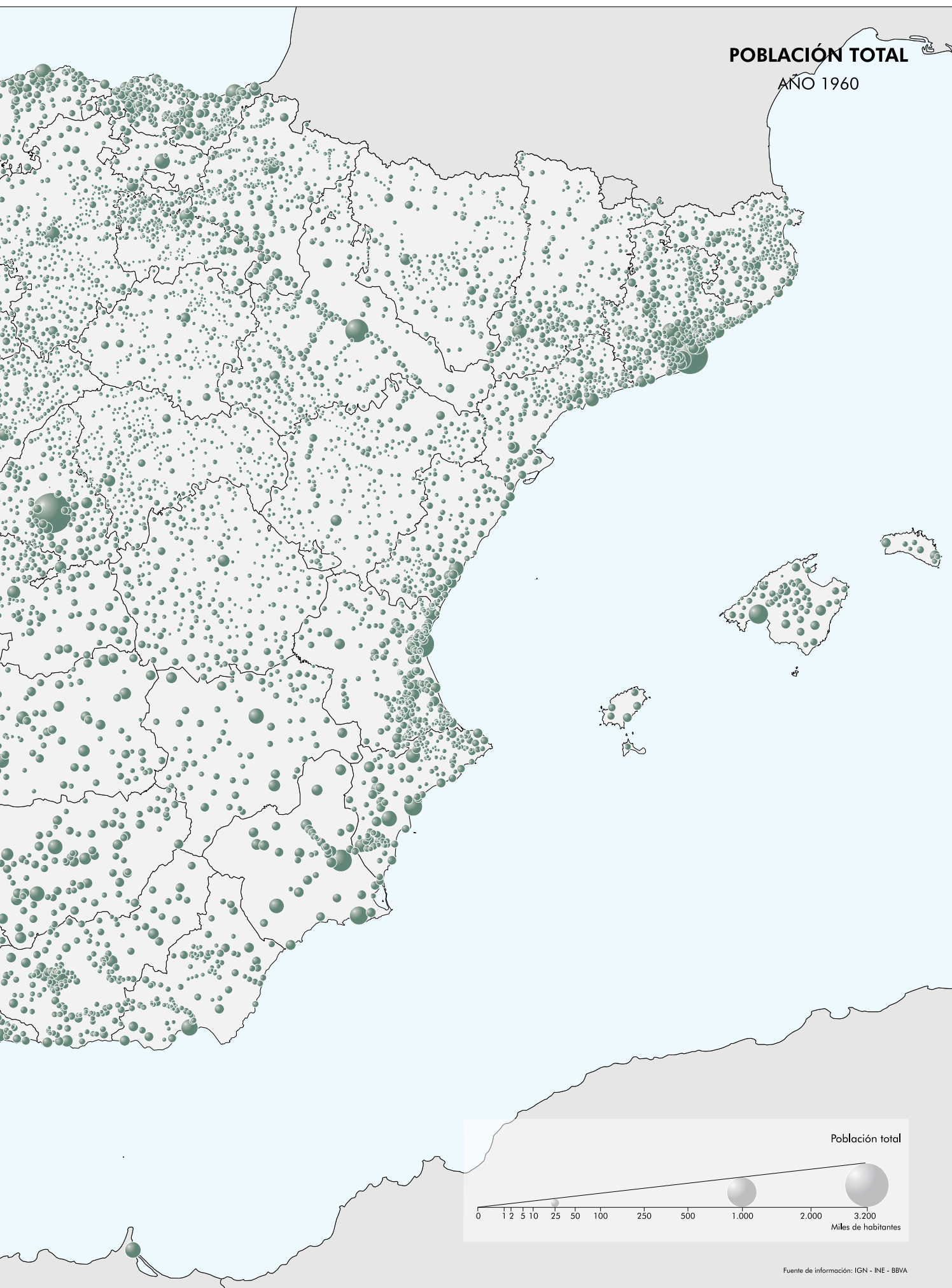
Mapa 4 11: Población total, escala municipal, 1920.





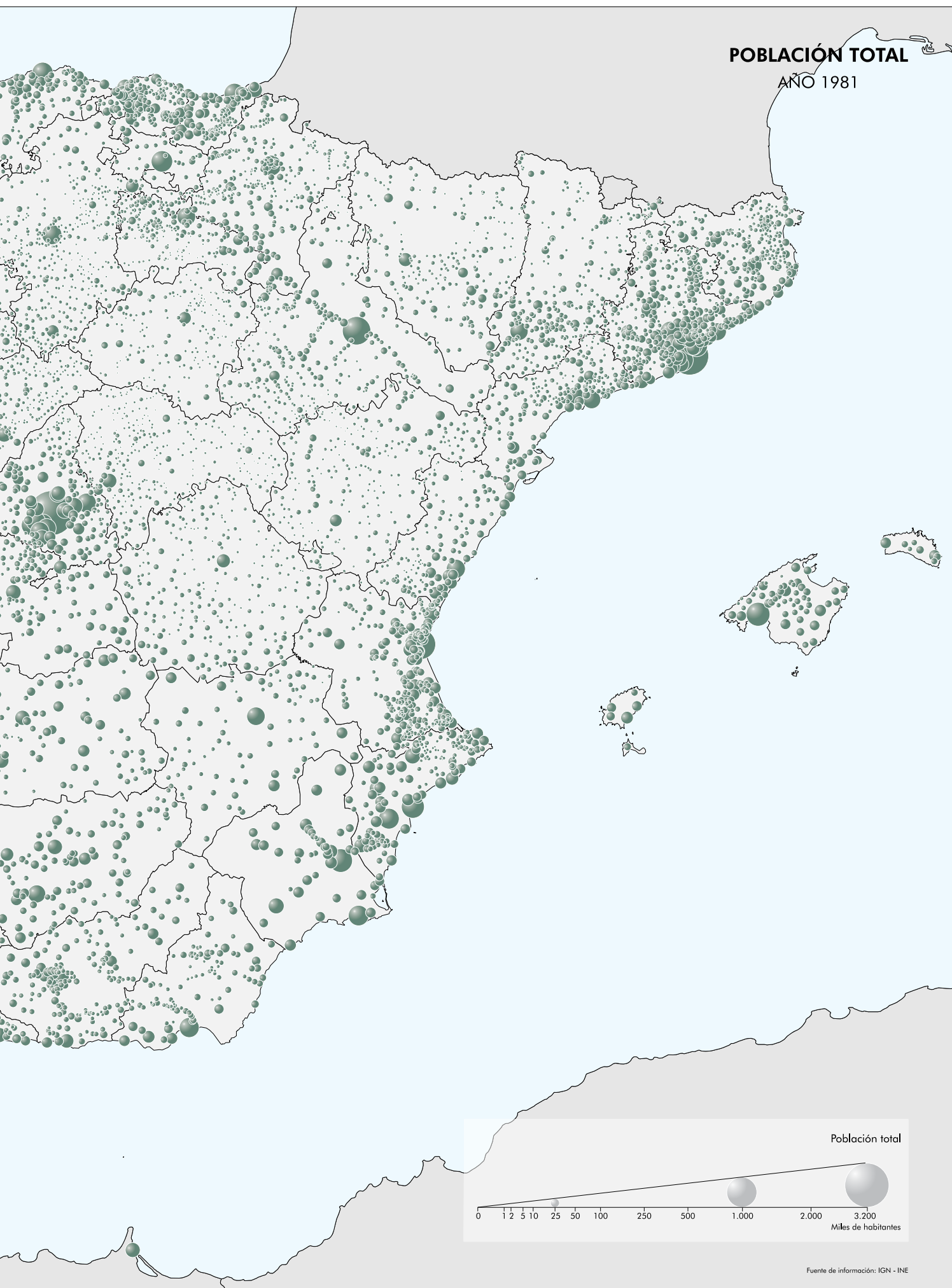
Mapa 4 12: Población total, escala municipal, 1940.



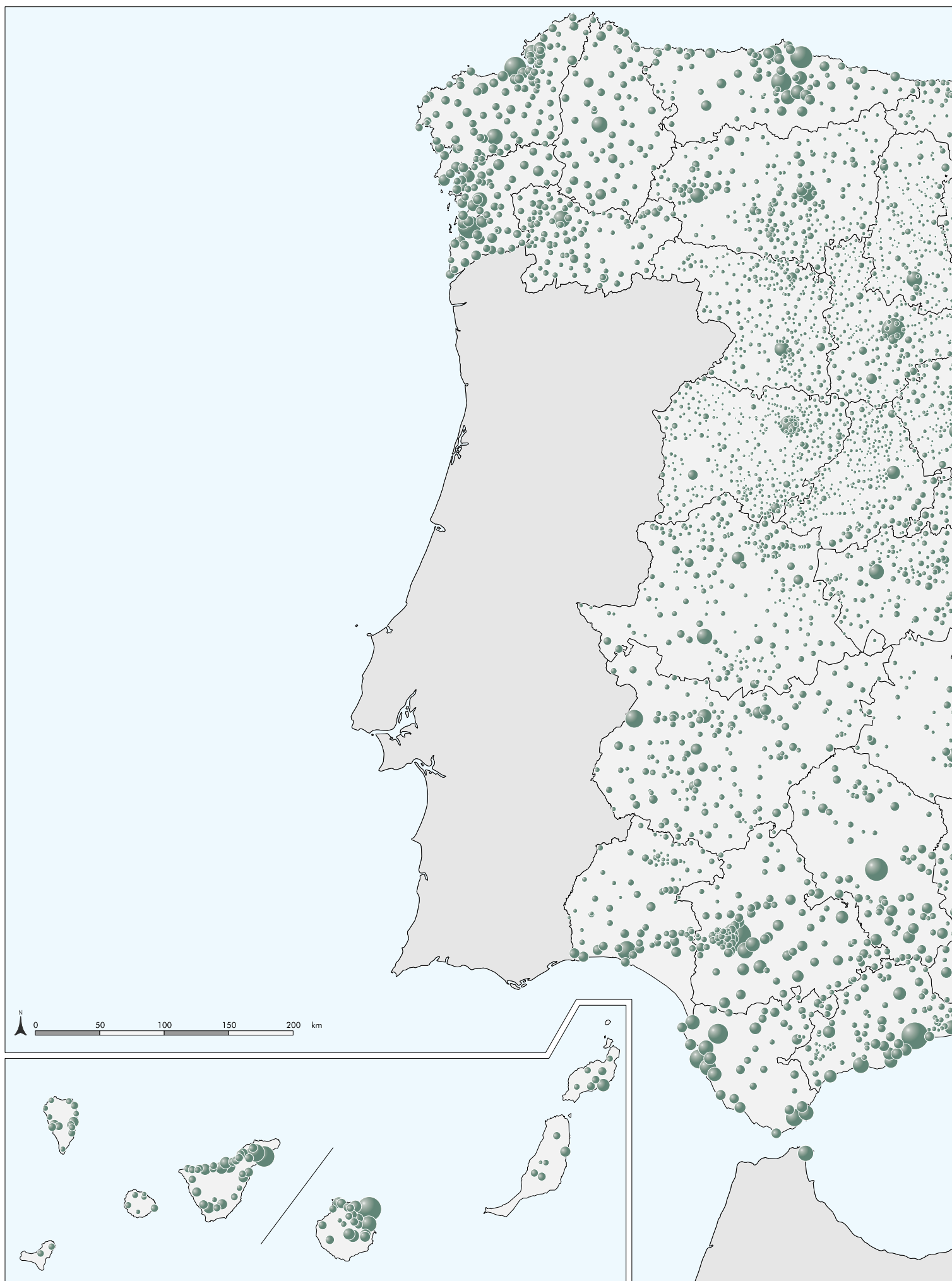


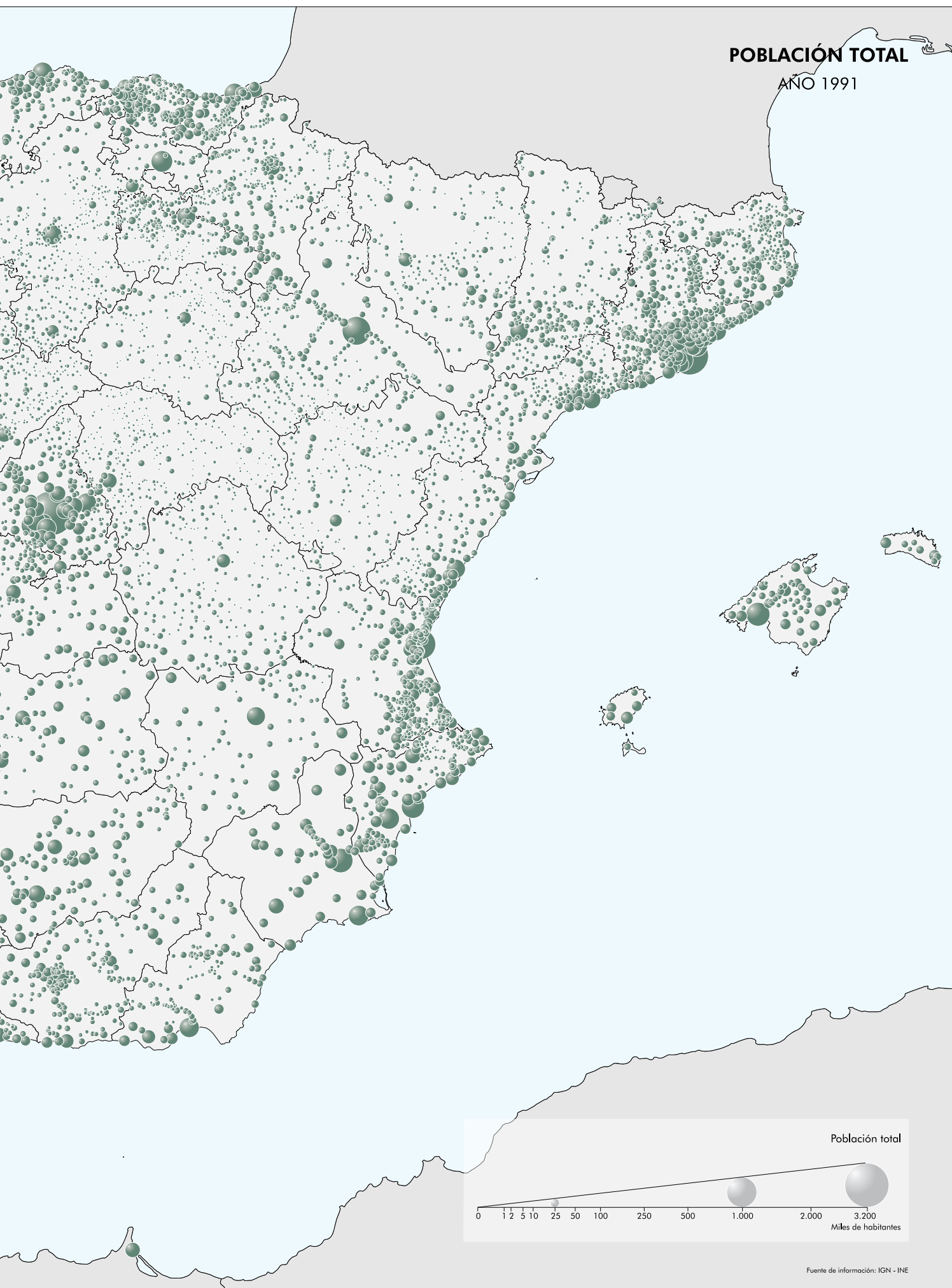
Mapa 4 13: Población total, escala municipal 1960.



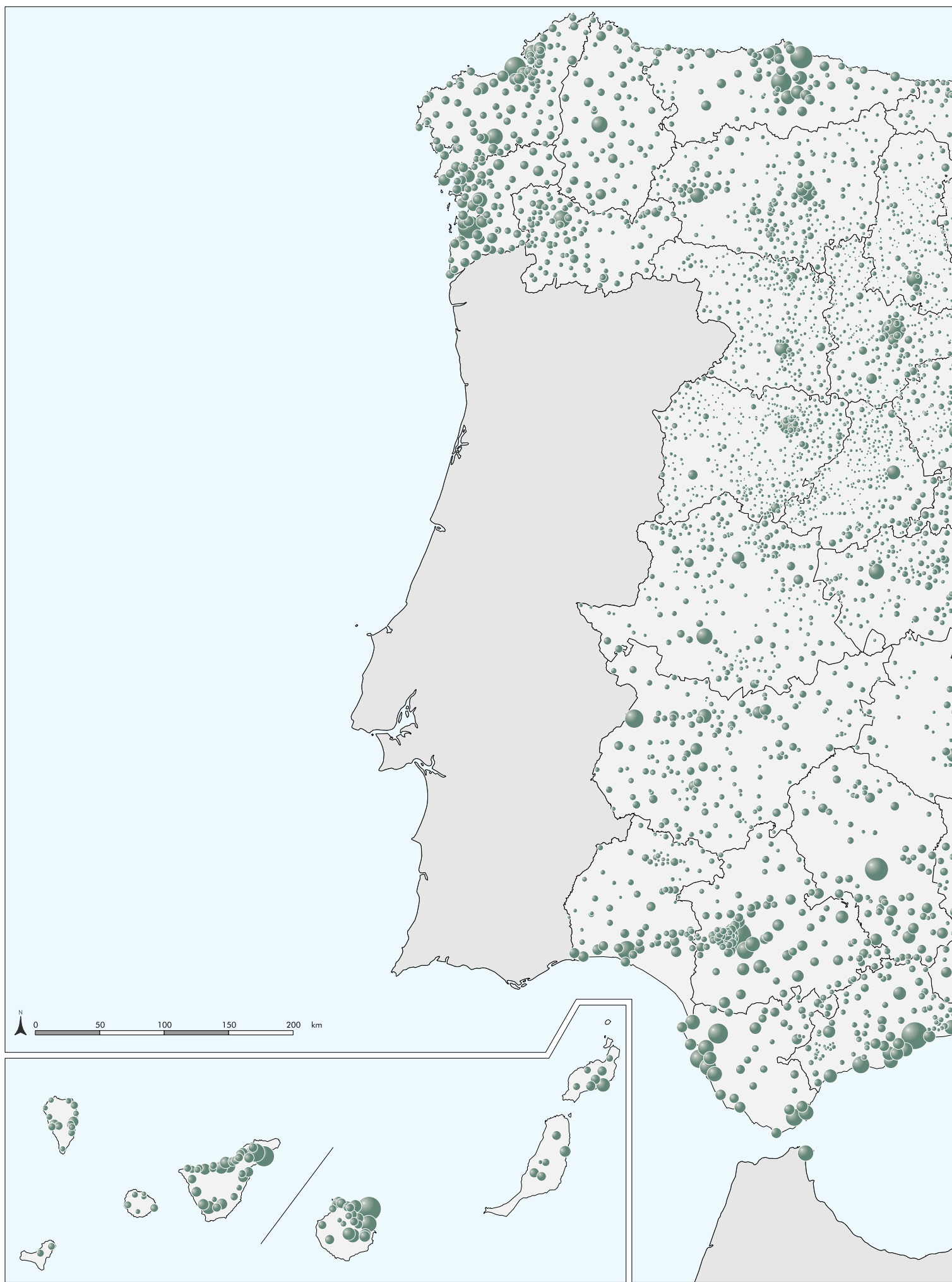


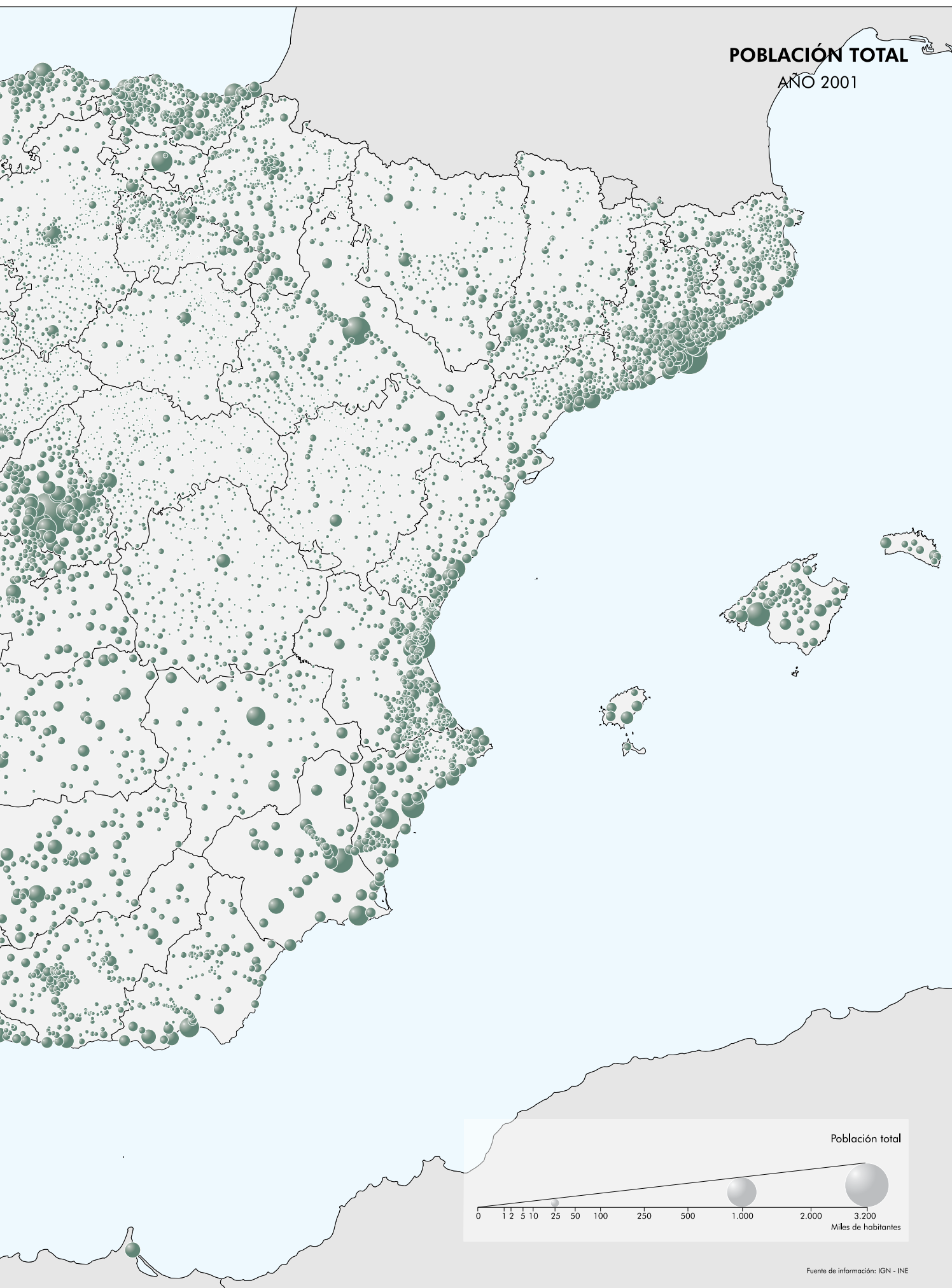
Mapa 4 14: Población total, escala municipal, 1981.



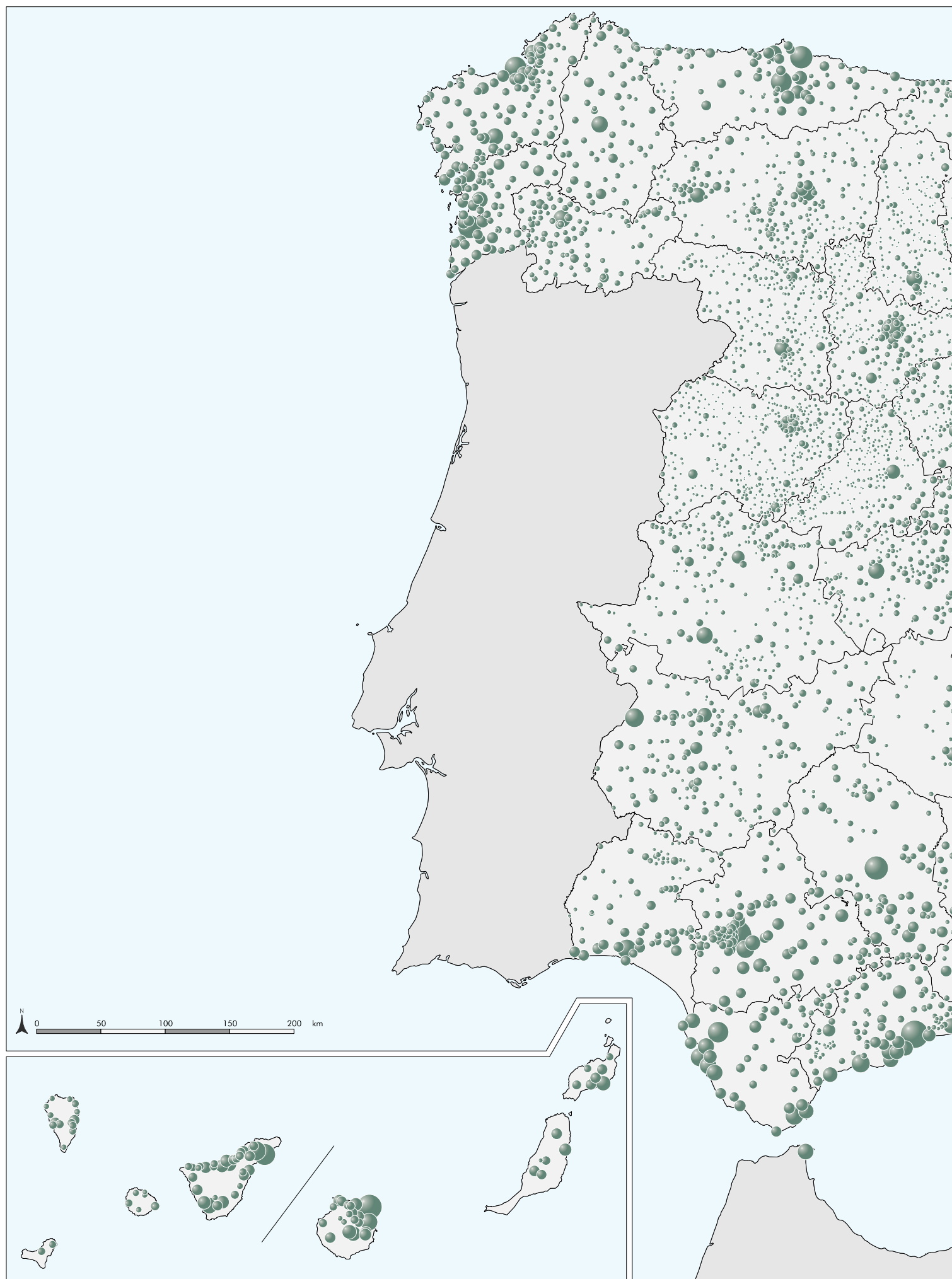


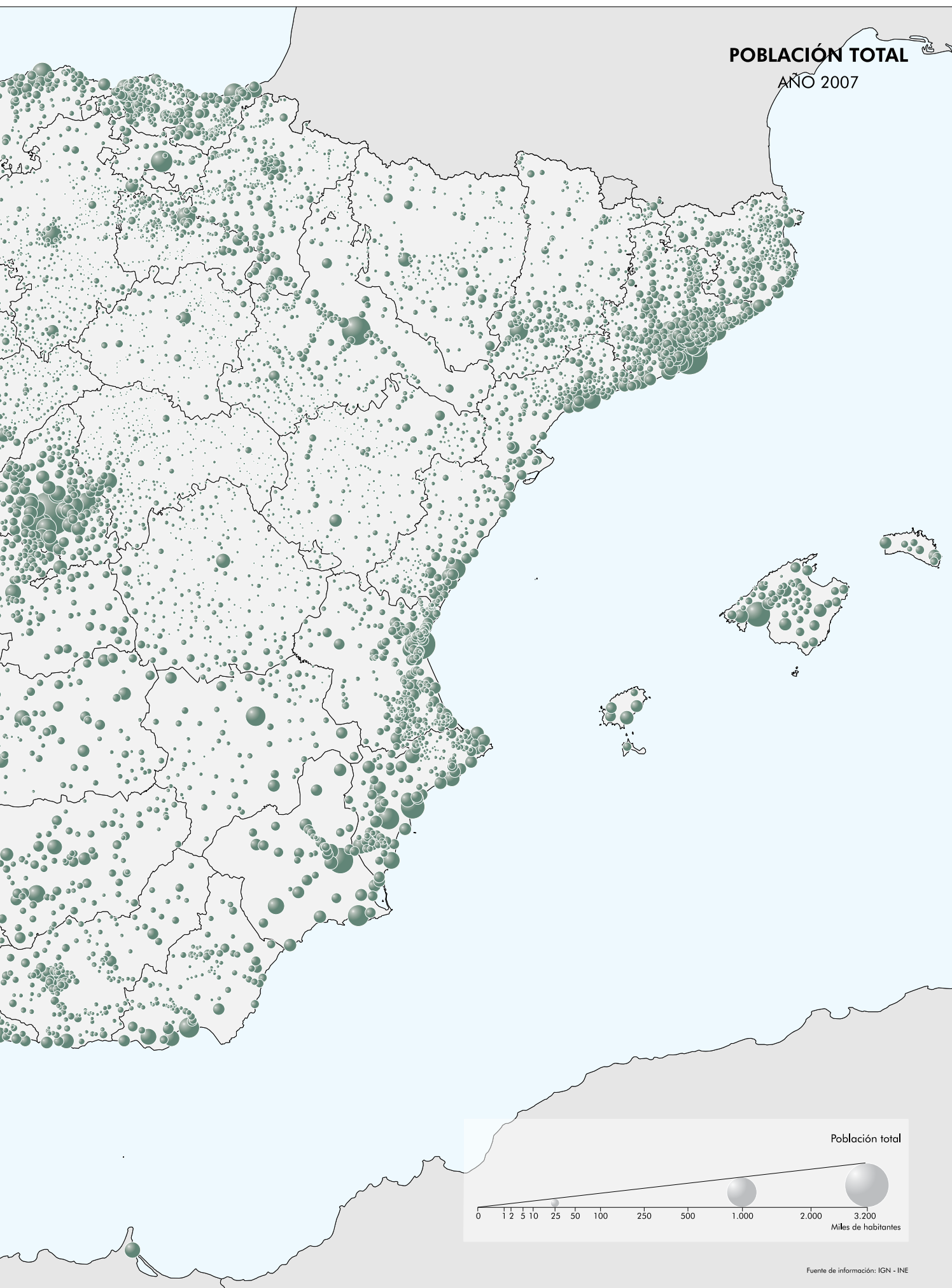
Mapa 4 15: Población total, escala municipal 1991.





Mapa 4 16: Población total, escala municipal, 2001.





Mapa 4 17: Población total, escala municipal, 2007.

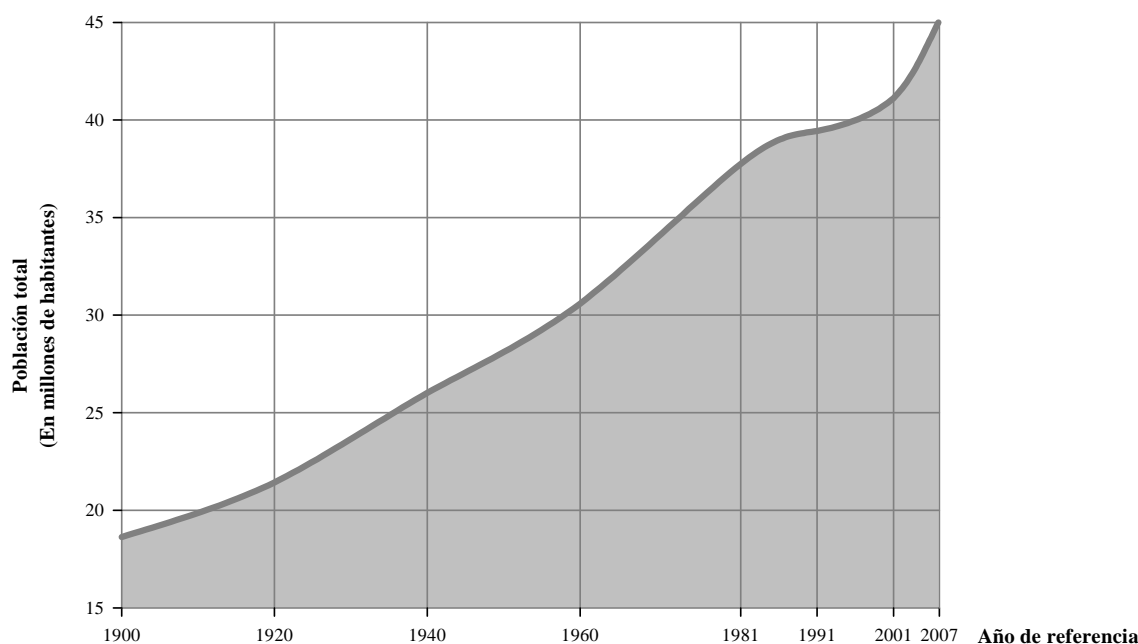


Gráfico 4-2: La evolución demográfica española, 1900-2007. Elaboración propia.

De hecho, hay varias provincias (*Vid. Gráfico 4-3*) que no solamente no han mantenido su peso sino que incluso han experimentado pérdidas de población de alguna importancia como sucede con Cuenca, Huesca, Lugo, Ourense, Soria, Teruel, Ávila o Zamora. Son las provincias castellanas, aragonesas o de la Galicia Interior, con el denominador casi común de señalar sus máximos demográficos en los años censales de 1940 o 1960, las que entran a partir de ese momento en una fase de vaciado demográfico que parece haber tocado fondo en los albores del siglo XXI ya que todas ellas cuentan con una población menor en 2007 respecto de la cifra correspondiente al inicio del siglo XX.

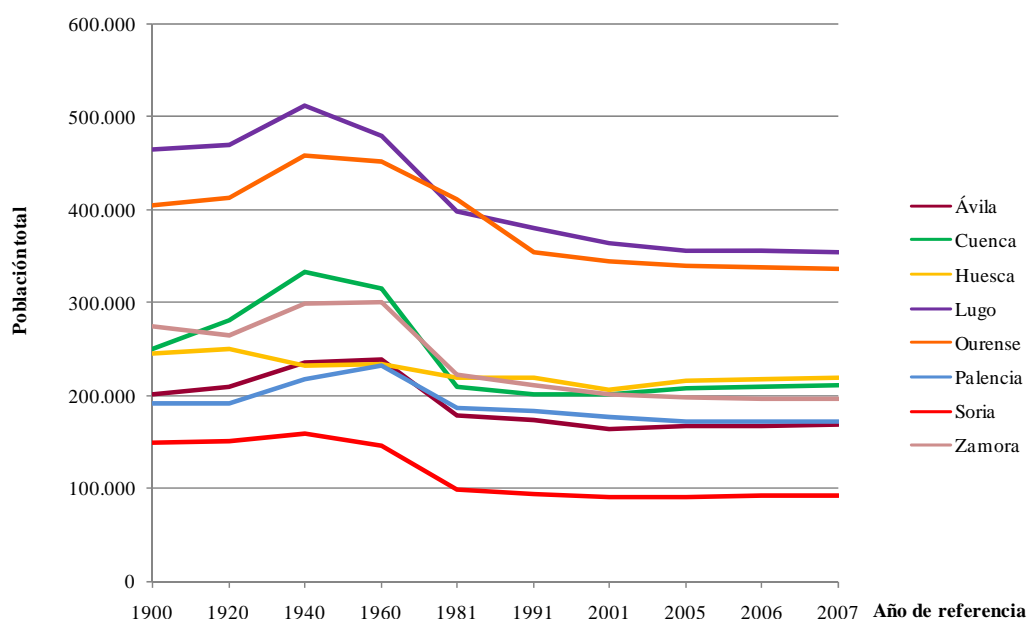


Gráfico 4-3: Evolución demográfica de Ávila, Cuenca, Huesca, Lugo, Ourense, Palencia, Soria y Zamora, 1900-2007. Elaboración propia.

En el otro extremo de la balanza, existe un grupo igualmente reducido de provincias aunque más numeroso que el anterior, que han crecido muy por encima de la media española y han más que triplicado su población. Figuran a la cabeza de esta nómina, por sus variaciones absolutas Madrid, que ha pasado de aproximadamente 775.000 habitantes a 6 millones y Barcelona con una evolución desde un millón a más de cinco. Esto significa que en tan solo dos provincias residen uno de cada cuatro habitantes de España de la actualidad, habiendo multiplicado Madrid casi por ocho su población provincial y quintuplicándola con creces Barcelona.

Con menores incrementos demográficos absolutos, pero con valores relativos igualmente importantes aparecen todas las provincias insulares, especialmente las dos canarias: Las Palmas ha pasado de cifras cercanas a los 150.000 habitantes a superar el millón al igual que Santa Cruz de Tenerife que se iniciaba en 200.000. A ellas se añade en un plano algo más modesto Baleares, que ha más que triplicado su población.

Entre las provincias peninsulares, cabe destacar Guipúzcoa que pasa de casi 200.000 personas a prácticamente 700.000, pero sobre todo Vizcaya. Al amparo de su siderurgia decimonónica, es la que presenta un crecimiento porcentual más fuerte, pasando de los 311.000 habitantes del censo de 1900 al 1.100.000 de 2007, a mucha distancia de Álava, aun cuando ésta triplique igualmente su población como todo el conjunto vasco.

A señalar además los fuertes crecimientos de varias provincias mediterráneas como Alicante, Murcia, Valencia o Málaga. Habría que añadir en Andalucía los significativos incrementos de población de las provincias de Sevilla y Cádiz (*Vid. Gráfico 4-4*). Ceuta y Melilla deberían figurar igualmente en esta relación pues pasan de ser meras guarniciones militares a los 76.000 y 68.000 habitantes actuales.

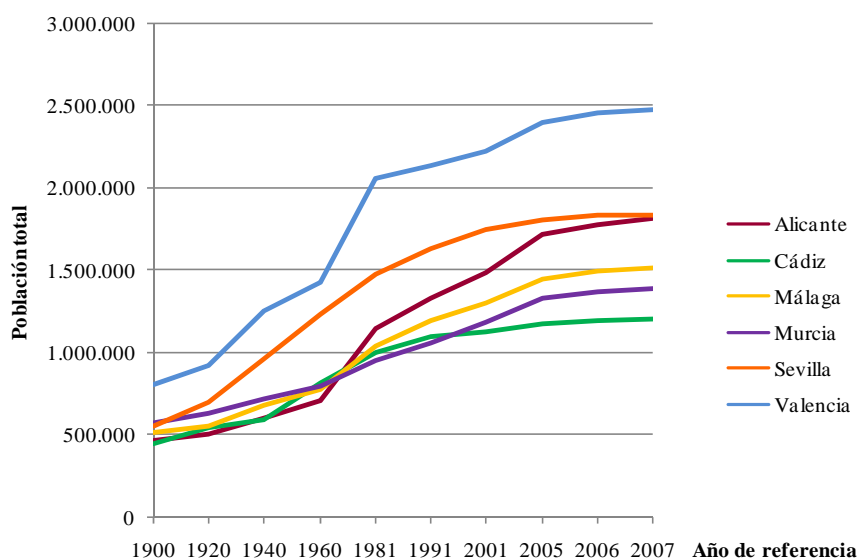


Gráfico 4-4: Evolución demográfica de Alicante, Cádiz, Málaga, Murcia, Sevilla y Valencia, 1900-2007

Como puede comprobarse, hay una evidente dispersión en el comportamiento demográfico de las provincias españolas de los últimos cien años, que ha configurado una distribución menos equilibrada. Desde las que pierden población en cifras reales hasta las que han septuplicado sus cifras demográficas cuando el conjunto español solamente las ha multiplicado por 2,42. Puede decirse, con alguna excepción, que se visualizarán mejor las nuevas estructuras productivas en el estudio separado de cada mapa, con la excepción madrileña y su metrópoli de rango internacional. La crisis del sector primario, el afianzamiento de la industria y el fuerte desarrollo específico del sector terciario, han basculado la población española hacia las costas, dejando en el interior provincias con un comportamiento más apagado. Esta situación tan solo se ve mitigada por el papel desempeñado por sus capitales o las ciudades pequeñas y medias que recogen la emigración procedente del trasvase campo-ciudad que se produjo en paralelo a la industrialización española asociada a los Planes de Estabilización y Desarrollo desde finales de la década de los cincuenta hasta los inicios de los ochenta del siglo pasado.

Se parte en 1900 de una distribución casi homogénea, con muy pocas diferencias interprovinciales, si se exceptúan Ceuta y Melilla, Álava tenía noventa y seis mil y Barcelona un millón de personas lo que supone una relación de uno a diez entre la menor y la mayor.

En el punto de llegada, con los datos de 2007, la relación se ha situado en uno a sesenta y cuatro entre los noventa y tres mil de Soria y los seis millones de Madrid. Pese al crecimiento espectacular de la comunidad madrileña debe señalarse que el interior peninsular estaba mucho más poblado. Al igual que sucede en otros análisis las excepciones se encuentran en las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla que siguen siendo las de menor población de España, debido a la localización territorial y la herencia histórica que las caracteriza.

El comentario a nivel municipal refleja las pautas ya mencionados a escala provincial, siendo imprescindible destacar el cambio producido en el patrón de asentamientos. El siglo XX comenzaba con una distribución equilibrada de la población con municipios cuyas cifras eran relativamente homogéneas, cabe destacar que la entidad de mayor población ya era por aquel entonces Madrid que, con sus 575.675 habitantes, suponía el 3 por ciento de la población total española.

El avance del siglo, el cambio de estructura productiva, los fenómenos políticos y sociales... tuvieron como consecuencia la ruptura del modelo tradicional de asentamientos dando paso a un sistema más desequilibrado en el que la concentración demográfica en las ciudades y el vaciado del mundo rural se establece como su principal característica. Baste señalar que en 1900 los municipios en los que vivían menos de 100 personas se reducían tan solo a 16, mientras que en el año 2007 la cifra alcanza prácticamente los mil.

Ya se ha mencionado que la tendencia generalizada reside en la concentración de población en los municipios urbanos, de hecho en 1900 tan solo 220 entidades superaban los 10.000 habitantes mientras que en 2007 se triplica esa cifra. Sin embargo las diferencias más notables se concentran en las unidades administrativas de mayor tamaño puesto que en la actualidad prácticamente 60 ciudades superan los 100.000 habitantes frente a las 8 de principio del siglo XX, por no hablar de que en aquel momento España no contaba en su haber con ninguna urbe millonaria, cuando ahora Madrid y Barcelona superan con creces esa cifra, de hecho la primera alcanza los tres millones de habitantes lo que supone el 7 por ciento de los efectivos demográficos nacionales.

- C) Elementos positivos:** El primero de los aspectos positivos a mencionar es el intento de posibilitar la comparación de la variable real población facilitando su visualización en el conjunto nacional, para lo cual se ha mantenido el dimensionado del tamaño a lo largo de ambas series: provincial y municipal de forma independiente, lo que significa que su recorrido va desde la entidad con menor número de habitantes en cualquiera de los censos hasta la que más tiene en el momento en el que presenta una mayor población.

Con la finalidad de recoger adecuadamente la evolución demográfica más reciente se han buscado intervalos de tiempo tanto más estrechos cuanto más nos acercamos a fechas actuales, es decir, se ha prescindido de estructuras rígidas que exijan una periodicidad uniforme a lo largo de toda la serie y flexibilizando los márgenes temporales se ha optado por aplicar un rango de 10 años para las últimas dos décadas de manera que el análisis de los movimientos más recientes se pueda realizar con mayor profundidad.

Haciendo referencia tan solo a la presentación cabe mencionar que una serie cartográfica no tendría necesidad más que de una leyenda para todos los documentos que la forman, sin embargo la inclusión de la leyenda de tamaño en todos y cada uno de los mapas facilita la lectura individual y la extracción de cualquiera de ellos de la serie sin necesidad de tareas más complejas que la simple fotocopia o el escaneado.

- D) Elementos mejorables:** Se ha asumido que la visualización adecuada, dada la gran amplitud del recorrido de la variable real, requiere un dimensionado volumétrico mediante esferas para el conjunto de mapas de la serie cronológica, lo cual, si bien permite una lectura fácil de las provincias de pequeño tamaño, dificulta la percepción de los cambios de valores en las de mayores concentraciones de población, cuya importancia queda difuminada quizá en exceso.

La realización particular de los mapas entre 1900 y 1940 es probable que hubiera permitido tamaños de esferas superiores, sin embargo la aplicación de los mismos habría hecho ocupar demasiado espacio en el documento en fechas posteriores. La

elección ha favorecido en cierta medida la representación de los censos más modernos, lo que quizá sea cuestionable.

El verdadero valor y significación vienen de la mano de la contemplación del conjunto seriado de mapas, lo que implica que aun cuando pueden obtenerse conclusiones generales de cada uno de los documentos para estudiar la distribución provincial en el momento de referencia, la lectura individual no aportará todas las potencialidades que una leyenda adaptada a cada situación habría facilitado.

E) Posibles alternativas: No son muchas las opciones de representación cartográfica de la variable población medida en cifras absolutas, tan solo el tamaño es capaz de codificarla de forma óptima por lo que las opciones se reducen a las ofrecidas por esta variable:

- **Símbolos graduados:** Aunque la serie muestra símbolos proporcionales a cada una de las cifras de población total habría sido posible agrupar la variable real en intervalos que la simplificaran, de manera que a través del tamaño correspondiente a la marca de clase de cada intervalo se representaran todas las cifras incluidas en el mismo. Esta opción cartográfica, aunque más sencilla y con menos capacidad de ofrecer análisis de detalle, genera mapas correctos y dependiendo del público de destino, altamente aconsejables.
- **Dimensionamiento superficial:** La existencia de un amplio rango de cifras en la variable real justifica la elección del dimensionamiento volumétrico para representar los datos de población total, si bien es cierto que también habría sido correcto el empleo de una gradación superficial, que aunque probablemente hubiera resultado más compleja en su diseño por el motivo mencionado, podría haber favorecido una lectura más sencilla e intuitiva.
- **Aplicación del escalado psicológico de Flannery:** Estudios ya reseñados revelan que el ojo humano no es capaz de percibir adecuadamente determinadas relaciones de tamaño entre elementos, por lo que dicho autor propuso una corrección que puede ser aplicada a los dimensionamientos por tamaño que facilitaba la percepción por parte de los lectores. Aunque la bibliografía, en concreto la anglosajona, y algunos de los SIG que tienen incorporada esta opción en sus módulos de simbología justifiquen su inclusión como alternativa, se considera que su aplicación conlleva más inconvenientes que ventajas. Los primeros vienen de la mano de la pérdida de las relaciones reales entre los tamaños, por lo que herramientas como una simple regla que pueden apoyar la lectura de un dimensionamiento convencional, pierden su valía; por no hablar de que el desconocimiento del sistema por parte del usuario puede acarrear también lecturas equivocadas.

4.2.1.3. Resultados insatisfactorios en el uso de la implantación puntual ligada a la variable tamaño: Nivel Medio de Estudios en el Grupo 30-39 años

(Vid. Mapa 4-18)

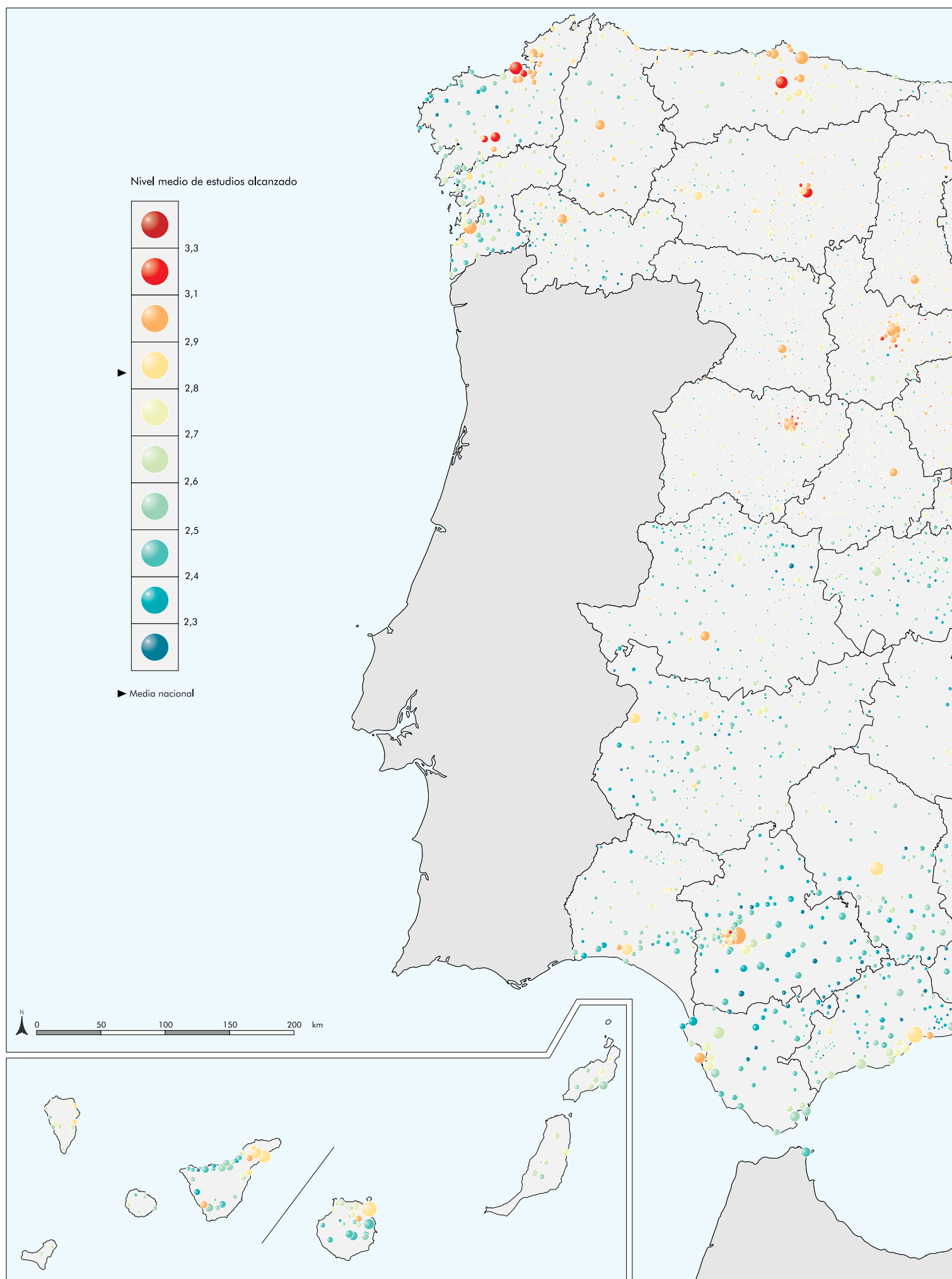
| DISPONIBILIDAD DE SEGUNDA VIVIENDA POR HOGAR | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Nivel medio de estudios en el grupo 30-39 años | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 15 | L |
| Población entre 30-39 años | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

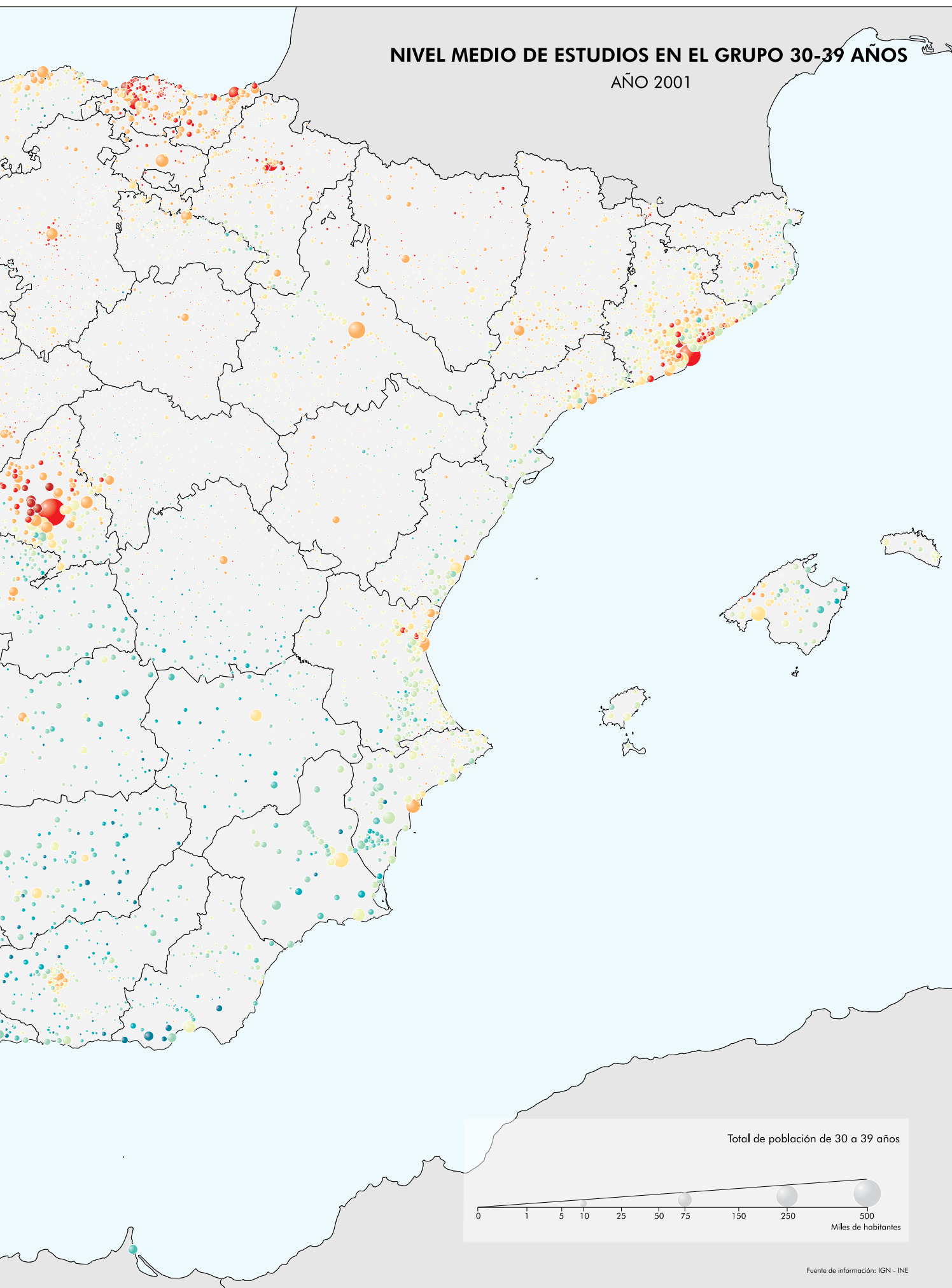
A) Comentario cartográfico: El mapa que se presenta con desagregación municipal contiene dos variables: el Nivel medio de estudios alcanzado refiere a la población cuya edad en 2001 comprendía entre 30 y 39 años, lo que corresponde a uno de los indicadores generados en el censo. De cara a una lograr una representación lo más correcta posible dicha variable se codifica por combinación de valor y color sobre elementos puntuales cuyo tamaño se gradúa volumétricamente en proporción a las cifras totales de referencia que en este caso, tal y como ha sido mencionado, corresponden con la población comprendida entre los 30 y los 39 años en lo que corresponde a una composición L.

B) Análisis geográfico: Aun siendo conscientes de que el aspecto cartográfico en el que se centra este apartado es la gradación de símbolos puntuales mediante el tamaño, se ha considerado oportuno incluir el análisis geográfico que se puede extraer del mapa, aunque este se halle ligado principalmente a la otra variable, codificada mediante el valor-color.

El recorrido de la variable, aparte una veintena de municipios en los que no puede aplicarse el indicador, se mueve entre 1, nivel de todos los habitantes analfabetos, lo que felizmente solo se da en siete municipios españoles y todos ellos de menos de cincuenta habitantes y el nivel 4, correspondiente a bachillerato elemental o equivalente.

Situados los valores sobre el mapa, resalta a primera vista el mayor grado de estudios de las ciudades que casi siempre destacan sobre los municipios rurales de su entorno. Las excepciones las dan los municipios de los cinturones metropolitanos de mayor nivel socioeconómico, ya que muchos de sus habitantes tienen titulaciones superiores y medias. Las ciudades de tamaño intermedio también presentan muchos de estos jóvenes cuando la ciudad ha sido capaz de ofrecerles un empleo adecuado a sus niveles formativos.





Mapa 4 18: Nivel Medio de Estudios en el Grupo 30-39 años, escala municipal, 2001.

En general este tipo de empleos, que son los que suben el valor medio del índice, se han ido concentrando en las aglomeraciones más exigentes en este punto como son las de Madrid con 3,12; Barcelona con 3,13; Bilbao con 3,13; o Pamplona/Iruña que alcanza el 3,17 entre otras. En algunas de ellas se percibe de manera especial el peso de sus universidades respectivas en la formación de sus jóvenes, el empleo generado por las propias universidades y sus centros de investigación, así como la presencia de empresas y servicios de alto valor añadido que están demandando personal altamente cualificado.

Por comunidades autónomas se advierten igualmente diferencias: El País Vasco da valores elevados, al igual que Navarra, Cataluña, Cantabria o la Castilla León. Lo que marca la diferencia en estas comunidades es que también aparecen valores elevados en sus municipios rurales, lo que no sucede ya en Andalucía, Extremadura, Castilla-La Mancha, Murcia o algunas comarcas levantinas. Baleares y Canarias presentan una cierta dicotomía entre lo urbano y lo rural, pero en esta última con valores más bajos en cuanto a nivel medio de estudios. Además de responder a una cierta rururbanización que está favoreciendo la instalación en espacios rurales de residentes con un nivel de cualificación medio y elevado, no hay que olvidar que se trata de comunidades que llevan varias décadas invirtiendo en la mejora educativa y en la cualificación de sus habitantes.

Ceuta y Melilla figuran entre las ciudades que menos destacan por este concepto, como consecuencia del aluvión de inmigrantes que todavía no han podido ser bien integrados en el sistema educativo.

No obstante, esta situación conlleva la necesaria reflexión de la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de los espacios rurales, para que la población mejor cualificada pueda instalarse en esos núcleos y no se vean obligados a residir en el interior o alrededores de las grandes o medianas ciudades españolas.

- C) Elementos positivos:** El principal elemento a destacar viene ligado al dimensionamiento de la variable tamaño, buscando mantener las relaciones visuales con los mapas de población total se consideró oportuno aplicar los mismos algoritmos, de manera que el resultado fuera directamente comparable con el resto de cartografía.
- D) Elementos mejorables:** De esta búsqueda de comparación el documento cartográfico, aunque teóricamente correcto, no resulta plenamente satisfactorio: el tamaño de las esferas es sustancialmente menor de lo deseable, por lo que su apreciación, especialmente si la leyenda de valor-color le otorga tonos amarillos o verdosos claros, resulta complicada.

E) Posibles alternativas: La elección de la trayectoria cartográfica podría haber estado vinculada a las mismas opciones que se han mencionado para el caso anterior, sin embargo cabe señalar que la opción más factible viene de la mano de un dimensionamiento individualizado para este mapa en concreto, donde el tamaño máximo aplicado de esfera que se ha estimado en 1,1 centímetros estuviera aplicado a 500.000 habitantes, que es la cifra más alta de población entre 30 y 39 años que tienen los municipios españoles y no a los 3,2 millones de personas, que si bien permiten la comparación con otros de los mapas generados, evita la lectura óptima de éste.

4.2.2. El empleo de la implantación lineal ligada a la variable visual tamaño

La trayectoria número 22 según la metodología expuesta en el capítulo anterior, es la que define el empleo de variables cuantitativas medidas en escalas de razón que en definitiva representan valores absolutos a través de implantación lineal graduada por tamaño. Tan solo para un tipo de mapas se ha seleccionado esta opción, pero se configura en torno a una larga serie que engloba fechas diferentes para cada una de las localizaciones. A continuación se procede a su caracterización con mayor grado de detalle.

4.2.2.1. Movimientos migratorios interiores en España

(Vid. Mapa 4-19, Mapa 4-20, Mapa 4-21, Mapa 4-22, Mapa 4-23, Mapa 4-24, Mapa 4-25, Mapa 4-26, Mapa 4-27, Mapa 4-28, Mapa 4-29, Mapa 4-30, Mapa 4-31, Mapa 4-32, Mapa 4-33, Mapa 4-34, Mapa 4-35, Mapa 4-36, Mapa 4-37, Mapa 4-38, Mapa 4-39, Mapa 4-40, Mapa 4-41, Mapa 4-42, Mapa 4-43, Mapa 4-44, Mapa 4-45, Mapa 4-46, Mapa 4-47 y Mapa 4-48)

| MOVIMIENTOS MIGRATORIOS INTERIORES | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Cifras totales de desplazados | Cuantitativa | Razón | Lineal | Tamaño | 22 | - |

A) Comentario cartográfico: La serie cartográfica refleja dos variables: Por un lado el grosor de las líneas es proporcional al número de personas que emigraron desde cada comunidad autónoma a la de estudio en el periodo considerado y por otro la población total de cada una de ellas. Esta última variable se configura como secundaria, dado que su misión es ejercer de marco de referencia para que el lector sea consciente de la distribución de pesos demográficos por autonomías en cada secuencia temporal.

La variable principal está constituida por los movimientos migratorios interiores, el estudio detallado de los mismos en España exige una concepción seriada de la cartografía en la que se tengan en cuenta tanto los periodos relevantes como su aplicación a cada una de las regiones. Habiendo seleccionado cinco periodos: 1960-1970, 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001 y 2001-2004, dado que 2004 era la última fecha disponible, se ha optado por diseñar una leyenda común a todos los mapas, considerando el hecho de que existen 19 entidades autónomas y que se han

seleccionado 5 periodos, se obtiene una serie compuesta por 95 mapas, todos ellos comparables entre sí.

Dicho esto, la siguiente decisión se halla vinculada a la agrupación de dichos mapas, las opciones eran dos: por comunidades autónomas o por periodos temporales, optando finalmente por la primera alternativa que es geográficamente más consistente. Dadas las características peculiares de esta serie, tan solo se presentan aquí seis de las subseries, de manera que se procederá al comentario geográfico de las mismas para luego proceder a su análisis cartográfico incluyendo los elementos positivos, los mejorables y las alternativas posibles.

La caracterización cartográfica será expuesta partiendo de la observación de la serie correspondiente a Andalucía. Sobre la base espacial se representa la comunidad autónoma por una esfera cuyo tamaño es volumétricamente proporcional a la población residente en el último año del periodo considerado, desde cada una del resto de comunidades, representadas igualmente por esferas, parte una línea que desemboca en Andalucía, con dimensiones acordes al contingente de población desplazado cuya discretización se ha realizado mediante símbolos graduados; es decir la leyenda dispone de seis intervalos de tamaño (*Vid. Figura 4-15*) cada uno de los cuales se representa por un tamaño diferente y consecutivo en dimensiones.

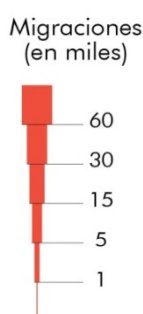
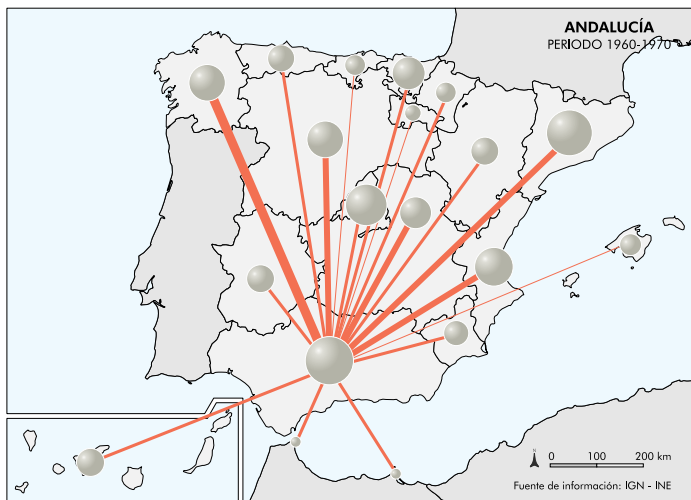


Figura 4-15: Leyenda lineal de tamaño para la serie Movimientos migratorios interiores, 1960-2004. Elaboración propia.

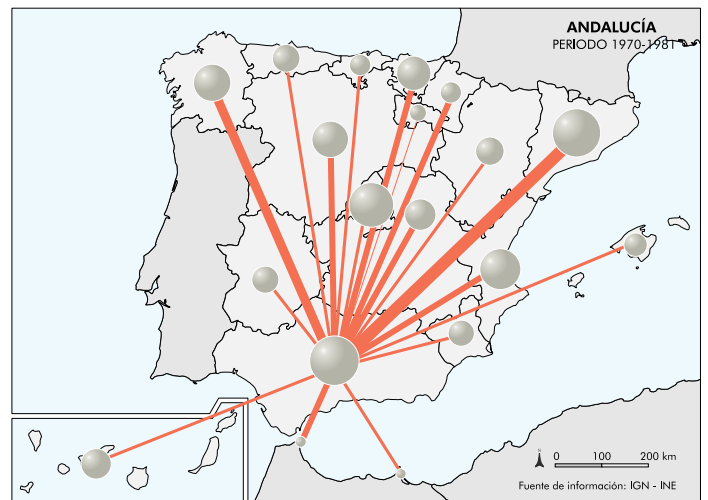
El ejemplo andaluz refleja la eficacia de la leyenda, puesto que recoge desde flujos de escasa entidad como el proveniente de Cantabria en la década de los 60 hasta movimientos migratorios de gran envergadura como los llegados desde Madrid o Cataluña en los años 80, seguramente provenientes de migraciones de retorno.

B) Análisis geográfico: Se pasa a exponer desde el punto de vista geográfico las conclusiones que se pueden obtener del análisis de la cartografía para cada una de las comunidades autónomas respecto a las que se ha fundamentado el comentario cartográfico: Andalucía, Madrid, Canarias, Aragón, Melilla y Cataluña.

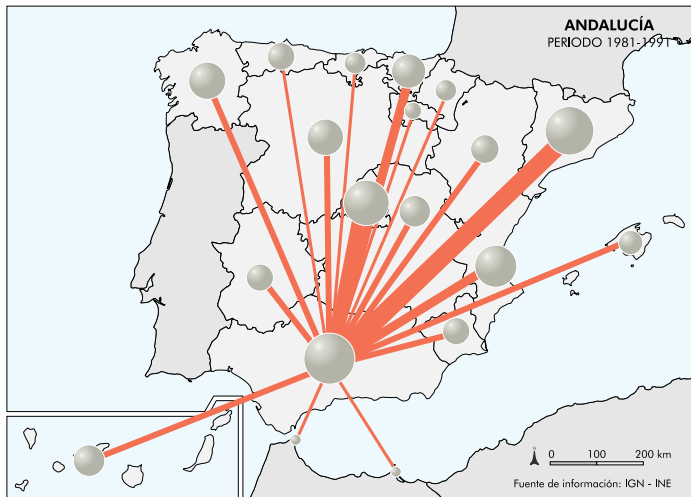
ANDALUCÍA: La Comunidad Autónoma Andaluza ha funcionado más como tierra exportadora de gentes que como receptora.



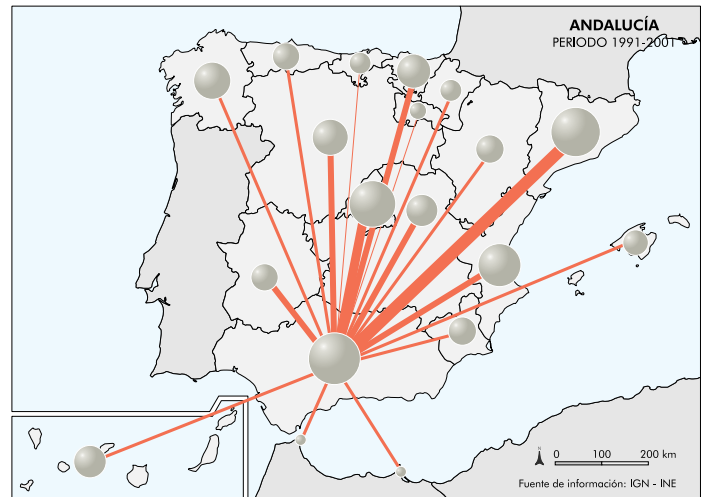
Mapa 4 19: Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Andalucía.



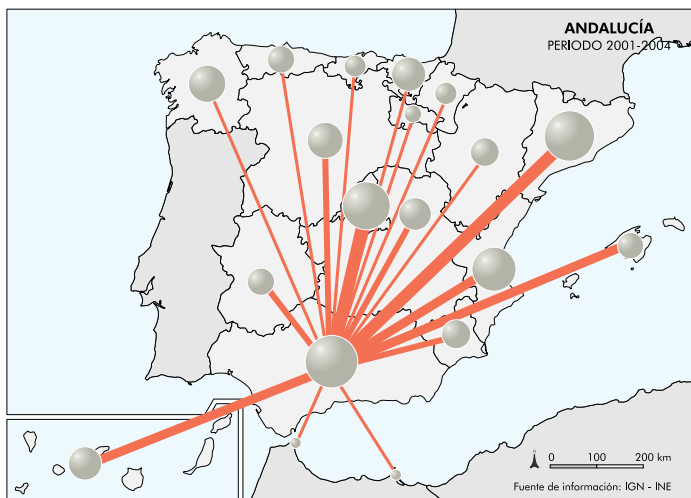
Mapa 4 20: Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Andalucía.



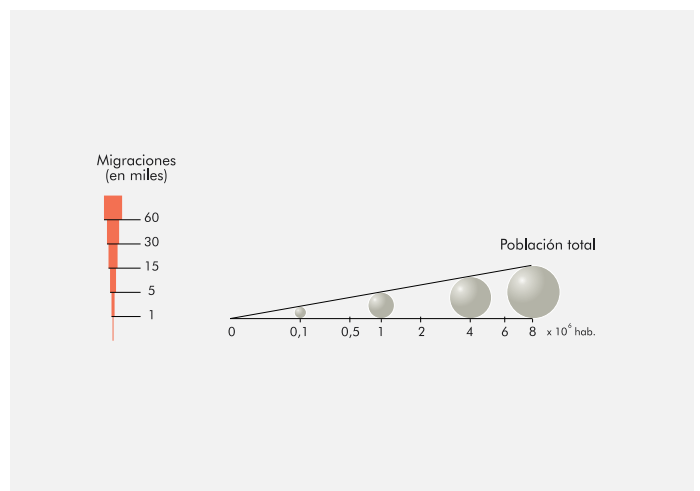
Mapa 4 21: Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Andalucía.



Mapa 4 22: Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Andalucía.



Mapa 4 23: Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Andalucía.

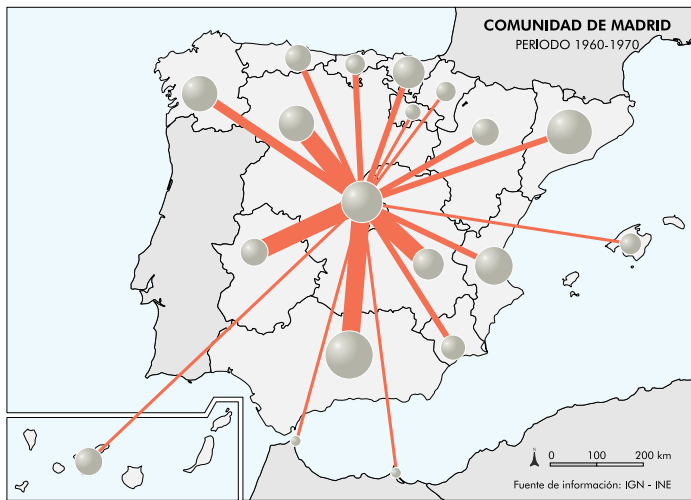


Su peculiar estructura productiva, lo extenso de su territorio y sus excedentes demográficos, resultado de unas tasas de natalidad que siempre han figurado a la cabeza de las españolas, propiciaban que, ante la escasa capacidad de generación de empleo de la comunidad, muchas familias se desplazaran fundamentalmente hacia Madrid y Barcelona, aunque hubo también otros destinos importantes como Islas Baleares.

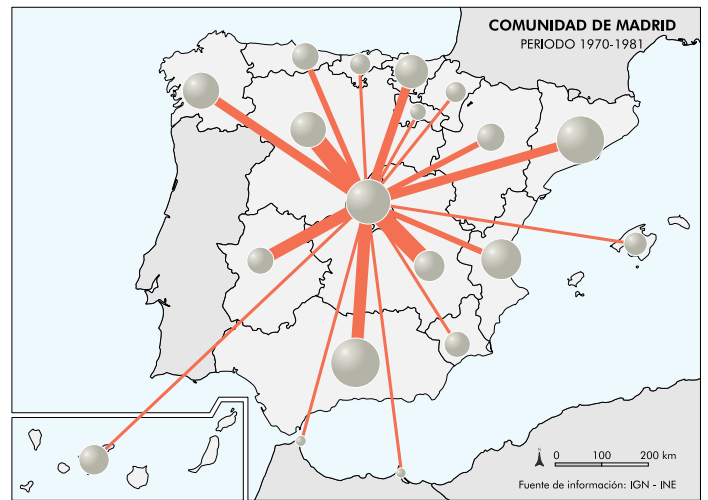
Las migraciones con destino Andalucía siempre han tenido un tono menor respecto a sus contingentes emigrantes, pero han existido y alcanzaron su momento más importante en la década de los ochenta cuando se produjeron retornos masivos de aquellos primeros inmigrantes que constituyeron el grueso de la fuerza laboral trasplantada hacia el Norte. En los años sesenta, Andalucía como destino, recibió un aporte inferior a cien mil personas del resto de España, cuando, solamente a Cataluña, había enviado más de trescientas mil y a Madrid más de cien mil. Entre las principales comunidades que envían sus gentes a Andalucía figuraban Galicia ligadas a la actividad pesquera y en los astilleros y pesca; Valencia, lo que favorece un traslado de una buena parte del *savoir faire* de la huerta para cultivos de primicias; ambas Castillas y Cataluña, aunque de ellos una buena parte fueran retornos de migraciones no consolidadas.

Estos retornos catalanes se presentan en los setenta, con la vuelta de más de treinta mil personas a Andalucía y en los ochenta con más de ochenta mil, influidos sin duda por el tirón ligado a la exposición internacional de Sevilla de 1992 y su demanda asociada de trabajo, para estabilizarse posteriormente en una cifra parecida a ésta hasta el momento actual. De hecho, los años ochenta registraron casi el triple de migraciones interiores con destino Andalucía que las producidas en los sesenta. El mayor incremento porcentual se produjo entre los procedentes de la Comunidad de Madrid que pasaron de poco más de tres mil a cuarenta y cinco mil, en parte también por migraciones de retorno, como en el caso catalán, pero en gran medida propiciados porque la Expo contribuyó a fijar las señas de identidad de Andalucía y aumentó su atractivo como destino. A destacar que en los últimos años hay una mayor llegada de personas desde Canarias y Baleares. De hecho, entre los dos últimos periodos se ha pasado de poco más de cuatro mil emigraciones Canarias-Andalucía o Baleares-Andalucía a las casi veinte mil actuales desde ambos orígenes.

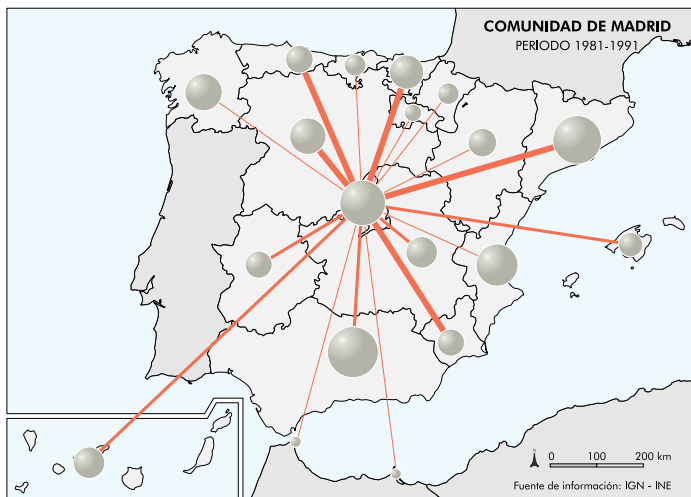
MADRID: De las Comunidades Autónomas Españolas, la madrileña fue la que reunió mayores atractivos para fijar población, a lo que sin duda contribuyó la política gubernamental empeñada en dar facilidades para la creación del Gran Madrid como se habían gestado el Gran Berlín, el Gran Londres o el Gran París. La crisis del mundo rural español hizo el resto y así llegaron en las décadas de los sesenta más de cien mil andaluces, casi otros tantos extremeños y en torno a trescientos mil castellanos, con un ligero predominio de Castilla-La Mancha sobre Castilla y León.



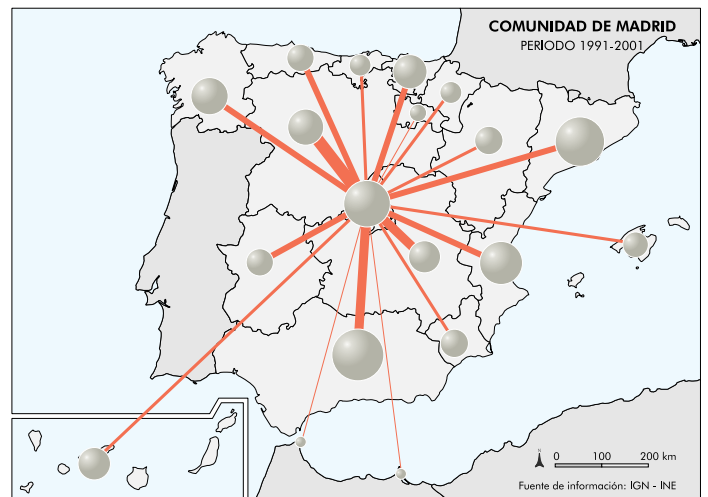
Mapa 4 24: Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Comunidad de Madrid.



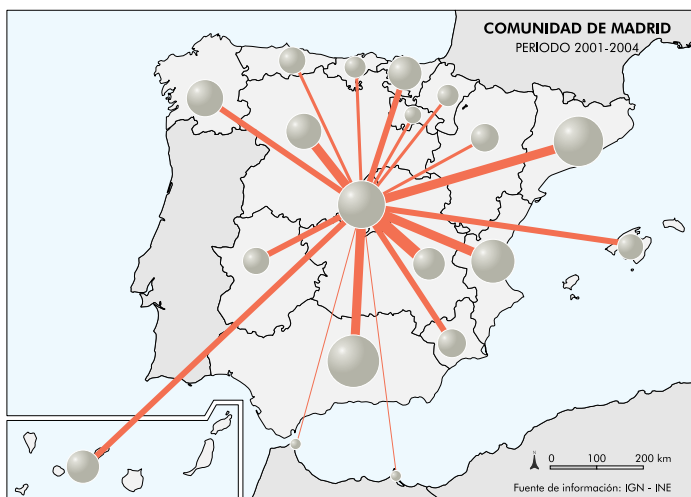
Mapa 4 25: Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Comunidad de Madrid.



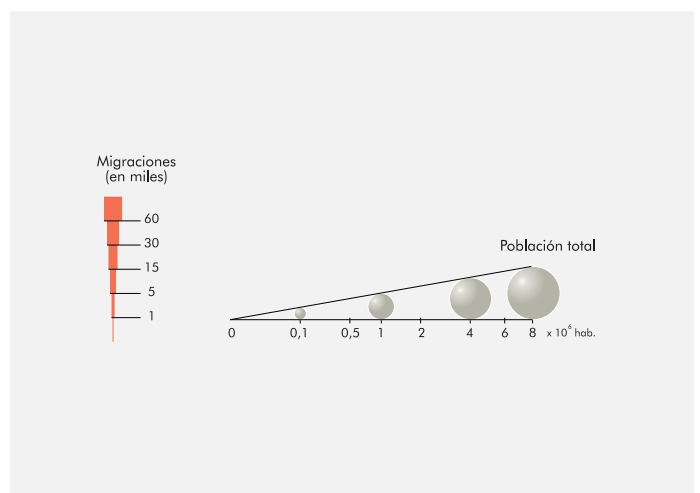
Mapa 4 26: Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Comunidad de Madrid.



Mapa 4 27: Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Comunidad de Madrid.



Mapa 4 28: Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Comunidad de Madrid.



En total, en una década, más de seiscientas mil inmigrantes procedentes en mayor o menor proporción de la totalidad de las regiones españolas.

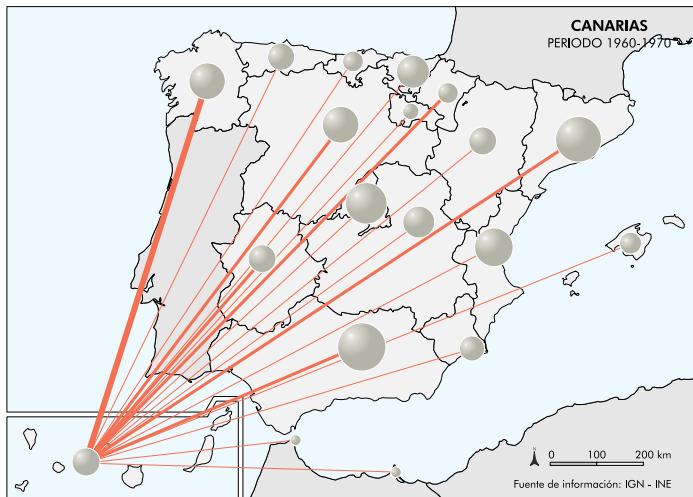
La década de los setenta redujo el ritmo de la anterior, pero con todo llegaron a Madrid 365.527 inmigrantes hasta que la década de los ochenta, con la crisis de empleo, redujo el ritmo de inmigrantes hacia la capital española e incluso propició el retorno a sus tierras de origen de muchos de los pioneros al cumplir la edad de jubilación.

Los años ochenta y noventa, aunque de lento crecimiento demográfico, propiciado por la reducción drástica de la natalidad, generaron un gran desarrollo del espacio urbanizado que, en el caso de Madrid, se vio forzado a desbordarse hacia los municipios próximos y bien comunicados mediante un sistema integrado de transporte que extiende la cuenca de vida madrileña no solo más allá de sus límites municipales, sino incluso de los provinciales, por lo que en buena media las cifras de población inmigrante han acabado trasladándose a las vecinas Castillas, con Guadalajara y Toledo como principales receptoras, sin olvidar lo que, más allá de la Sierra se ha trasladado a Segovia y Ávila.

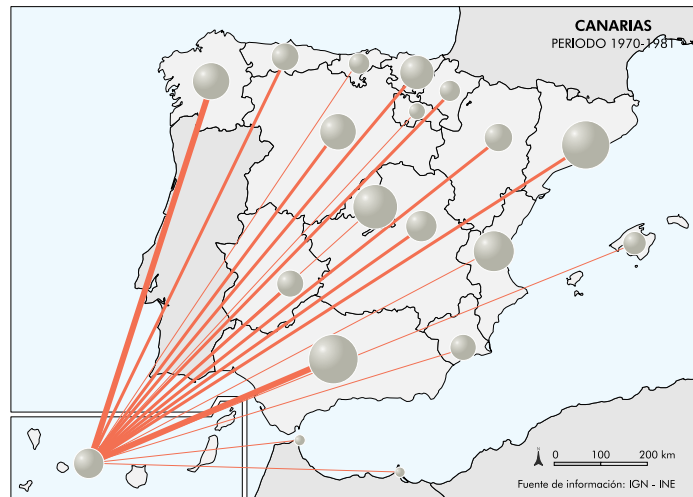
CANARIAS: Las provincias Canarias tienen una reducida componente de población inmigrante, pero sus valores de recepción de inmigraciones interiores se han más que triplicado desde los años sesenta hasta los primeros años del siglo XXI, pasando de poco más de veinte mil a los setenta y cinco mil de estos últimos años.

Su atractivo como destino ha ido en aumento en la medida que la mejora de las comunicaciones le ha permitido dar un giro sustancial a su tradicional economía agraria, sometida a crisis cíclicas, para reconvertirla al turismo aprovechando tanto sus excepcionales condiciones climáticas como sus inigualables paisajes.

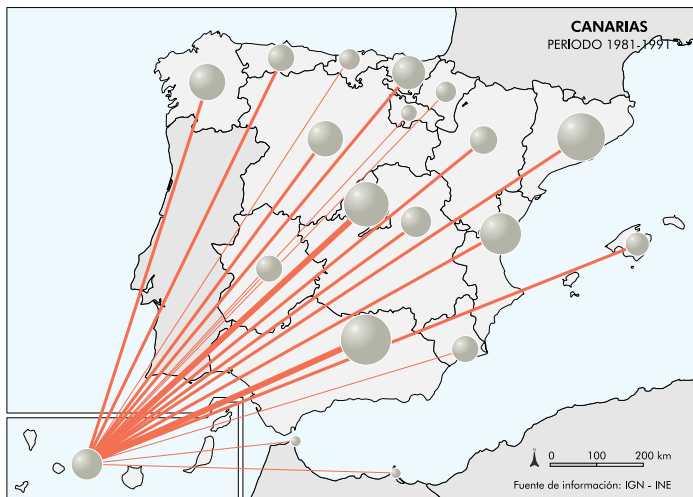
Con todo, como demuestran las cifras de inmigración interna y su evolución, la información transmitida por sus anteriores vinculaciones náuticas con las península, especialmente con Galicia y Andalucía, han continuado marcando los destinos de los inmigrantes de estas comunidades autónomas que han sido, de largo, los más importantes pasando de los 4.327 inmigrantes andaluces de media del periodo 1960-1970 a los 15.589 del periodo 2001-2004 o lo que ha sucedido con Galicia que ha pasado de los 5.366 de los años sesenta a los 12.549 más recientes. Con todo, las mejores comunicaciones con la capital española sirven para explicar mejor el paso desde los 385 de los años sesenta a los más de doce mil actuales.



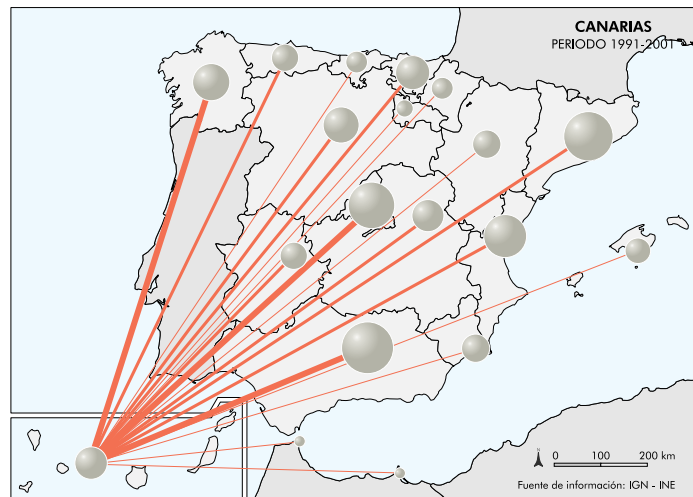
Mapa 4 29: Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Canarias.



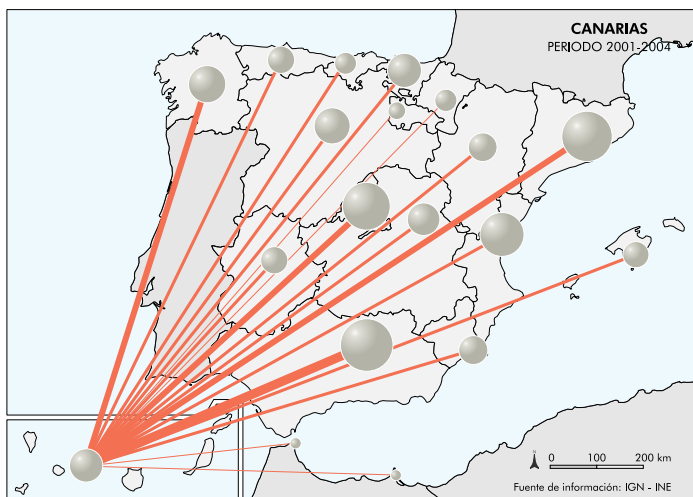
Mapa 4 30: Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Canarias.



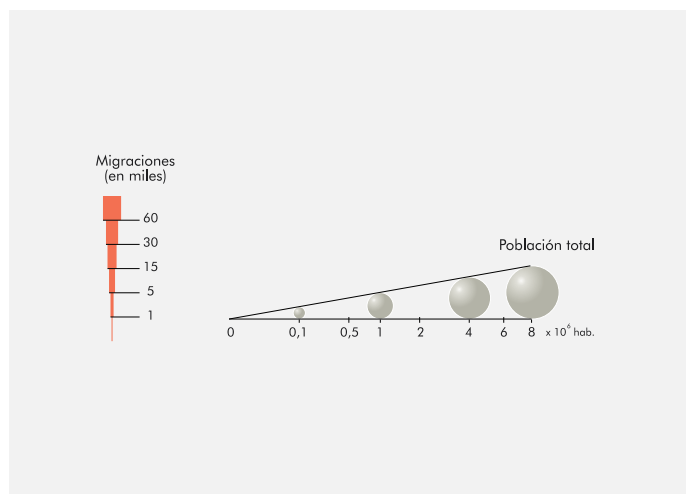
Mapa 4 31: Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Canarias.



Mapa 4 32: Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Canarias.



Mapa 4 33: Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Canarias.



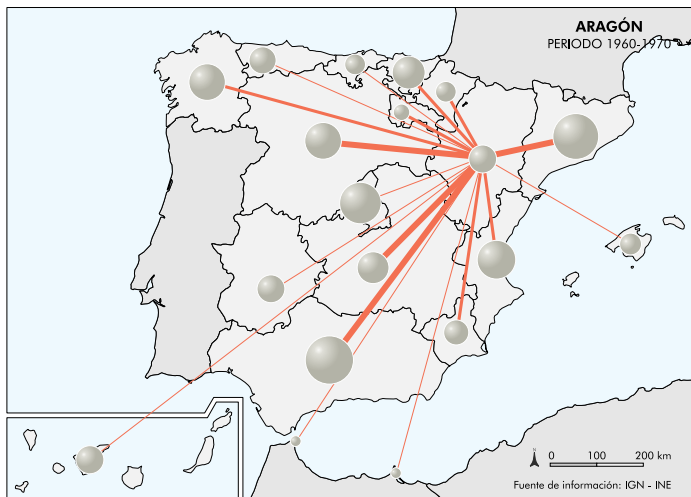
A destacar que, salvo con Extremadura y Ceuta, en todos los casos ha incrementado el número de sus inmigrantes interiores, lo que indudablemente prueba su atractivo en el conjunto español tanto como destino turístico que se acaba transformando en residencia estable, como lugar definitivo de trabajo al calor de un desarrollo turístico que también requiere mejoras en equipamientos y servicios de todo tipo, lo que explicaría otra parte de este crecimiento sostenido de la llegada de población.

ARAGÓN: La comunidad aragonesa ha sido más tierra de emisión de emigrantes que de recepción inmigratoria, pero si se consideran por separado sus provincias, las de Huesca y Teruel aparecerán con saldos migratorios negativos mientras que la de Zaragoza compensará las ganancias del espacio metropolitano de su capital, con los vaciados demográficos de los municipios actualmente englobados en lo que genéricamente se denomina “Cuarto Espacio” para hacer referencia a las tierras de la Ibérica y el Pirineo que han tenido un comportamiento demográfico negativo.

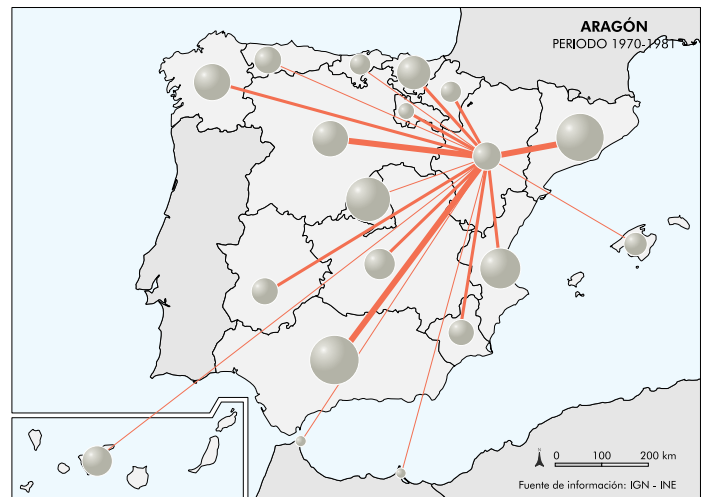
Al tiempo que desde Huesca y Teruel, en los años sesenta, emigraban a Cataluña, Valencia y Madrid buena parte de los vecinos de sus municipios rurales, se producía un fuerte incremento de población en Zaragoza-ciudad que absorbía a las gentes de sus pueblos pero también a los de otras comunidades autónomas como ambas Castillas, Andalucía o la propia Cataluña.

Años más tarde, ayudados por la crisis en los setenta y por la jubilación en los ochenta, de parte de los emigrados en los cincuenta y sesenta que regresaron a sus provincias de origen, Aragón experimenta un fuerte incremento en los retornos procedentes de Madrid, Valencia y Cataluña, para casi reducir durante los noventa sus nuevos inmigrantes españoles a valores que se establecen en la mitad de la década anterior.

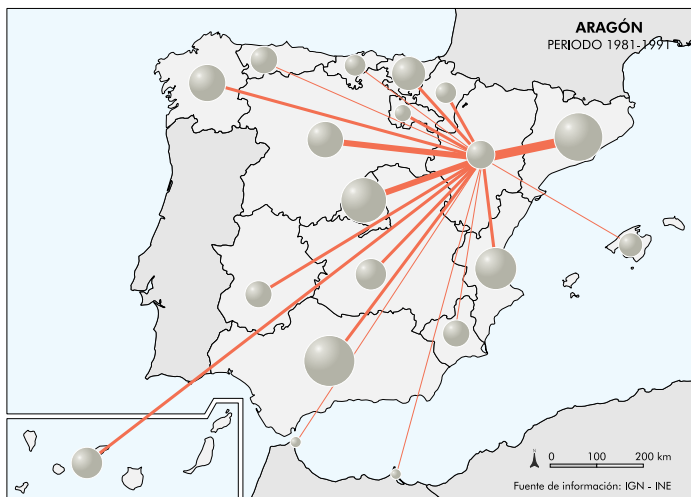
Los primeros años del siglo XXI contemplan de nuevo un incremento de las cifras de inmigrantes, pero Aragón ha seguido enviando fuera de sus límites a sus poblaciones jóvenes mejor preparadas aunque haya recibido a cambio la mano de obra necesaria para el incremento de sus infraestructuras entre las cuales figuran el tren de alta velocidad o la EXPO 2008.



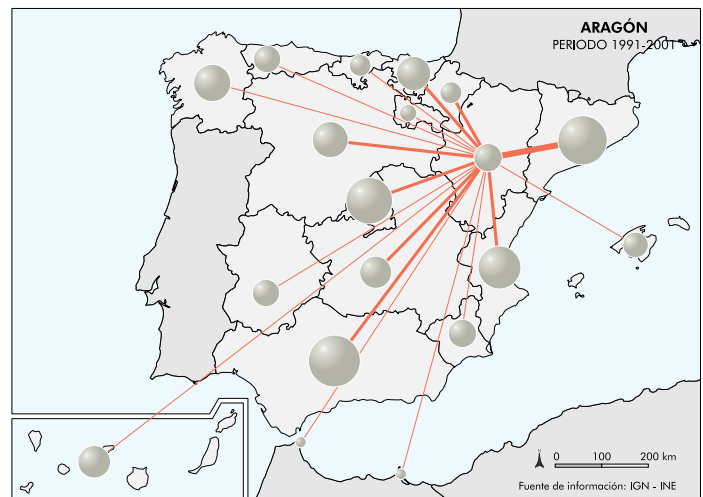
Mapa 4 34: Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Aragón.



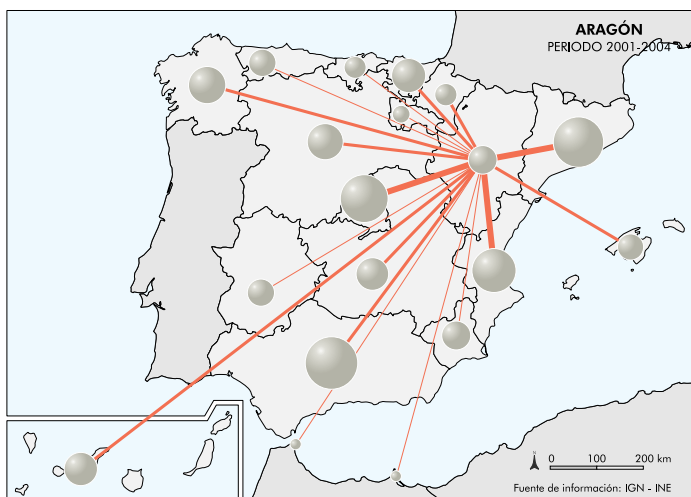
Mapa 4 35: Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Aragón.



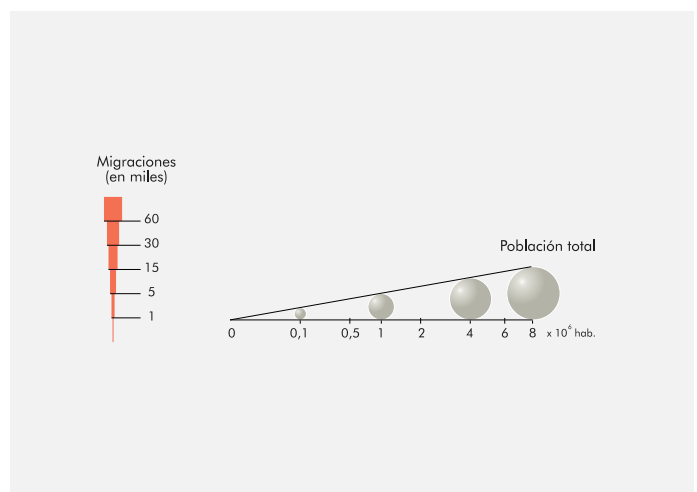
Mapa 4 36: Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Aragón.



Mapa 4 37: Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Aragón.



Mapa 4 38: Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Aragón.



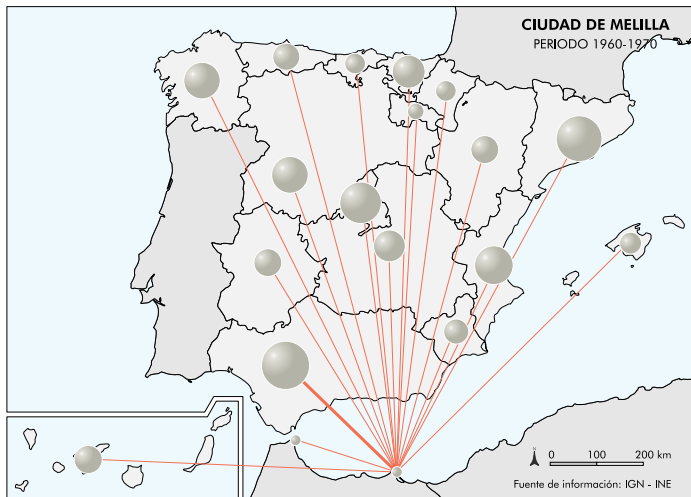
MELILLA: Durante varios de los primeros censos a los que se hace referencia, los datos de inmigración a Ceuta y Melilla aparecen sin desagregar por lo que se han ponderado y cartografiado en función de la población de cada una en el momento correspondiente y se carece de datos de los movimientos entre ellas ya que no fueron registrados.

En todos los periodos considerados, las mayores inmigraciones se han recibido de la vecina Andalucía con un peso cercano a la mitad de sus inmigrantes. En segundo lugar aparece Galicia, quizás por las vinculaciones que tradicionalmente estableció el mar aunque tampoco sea desdeñable la hipótesis de un mayor peso de los militares en estas dos regiones precitadas al igual que sucede con Castilla León y Navarra. El resto de las Comunidades Autónomas tienen una representación meramente simbólica.

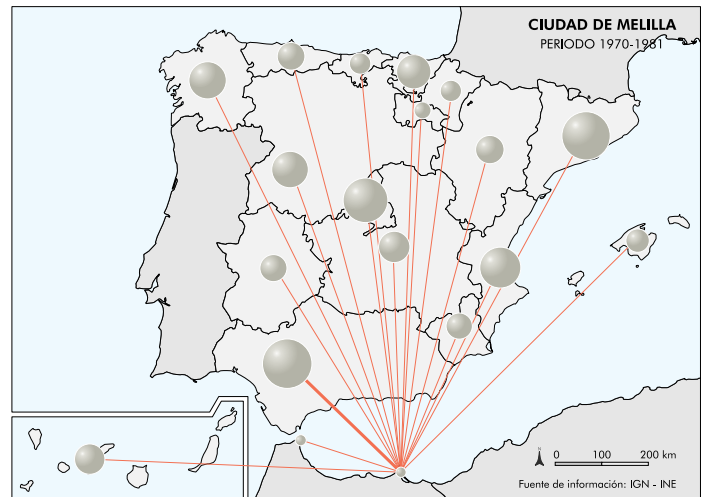
CATALUÑA: De las Comunidades Autónomas Españolas, Cataluña ha sido junto con Madrid, la que ha recibido más inmigración interior. Sus cifras han ido debilitándose con el tiempo, especialmente en los años noventa, para recobrar de nuevo su vigor en los primeros compases del siglo XXI, pero sin llegar a alcanzar la fuerza con la que el trasvase campo-ciudad llevó a la España rural en busca del empleo y las oportunidades de futuro para sus hijos allá donde éstas se hallaran.

En esta línea, Andalucía merece especial mención: Sus flujos hacia Cataluña en el periodo de los años sesenta sumó más de trescientas mil personas, casi la mitad de los 629.530 inmigrantes que se registraron en tierras catalanas en el periodo precitado. Aragón también envió una partida importante aun teniendo en cuenta su menor tamaño demográfico, pero los 46.387 aragoneses que se vincularon a Cataluña y fundamentalmente a la aglomeración barcelonesa bastaban para configurarla como la segunda ciudad aragonesa. Años más tarde, en la década de los setenta, se unieron muchos más aragoneses y andaluces. También Castilla y León y Castilla-La Mancha, con cifras que rondaban los cincuenta mil inmigrantes cada una en los años sesenta; la Comunidad Valenciana, con casi setenta mil en igual periodo y otros treinta y cuatro mil en la década siguiente o Extremadura, con casi treinta mil en los sesenta y quince mil en la década posterior, dejaron su huella en Cataluña.

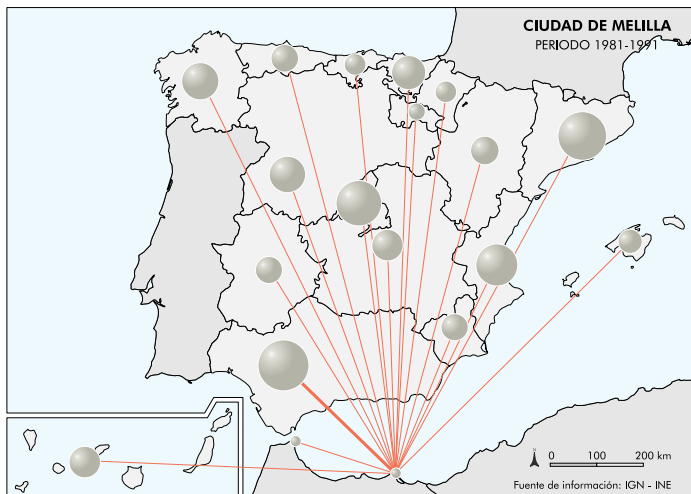
Las décadas posteriores vieron una reducción paulatina de la inmigración en Cataluña: Las crisis, la textil entre otras, menguaron su capacidad de empleo y ni siquiera los juegos olímpicos del 1992 consiguieron recuperar aquellas primeras cifras. El volumen de inmigración fue descendiendo desde las más de seiscientos mil personas de los sesenta a las trescientas mil de los setenta, las ciento treinta mil de los ochenta y las ochenta y cuatro mil de los noventa. Ha habido que esperar a los primeros años del siglo actual para recuperar un atractivo similar al de los años ochenta en cuanto a la inmigración interior, aunque las cifras de inmigraciones foráneas sitúan otra vez a Cataluña entre las Comunidades con mayor capacidad de empleo.



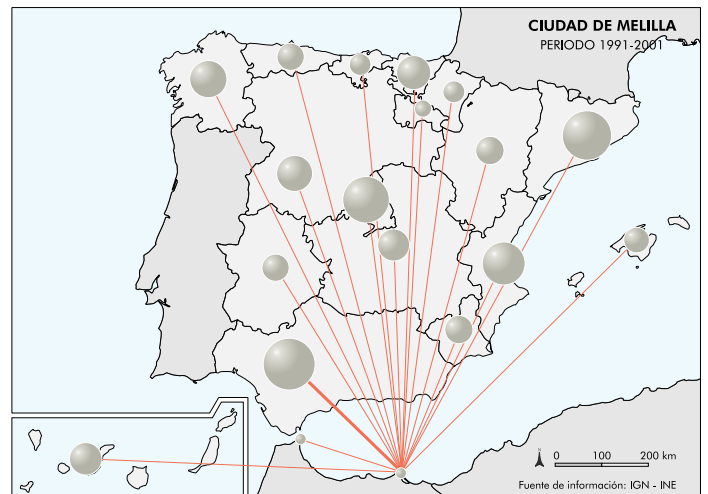
Mapa 4 39: Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Melilla.



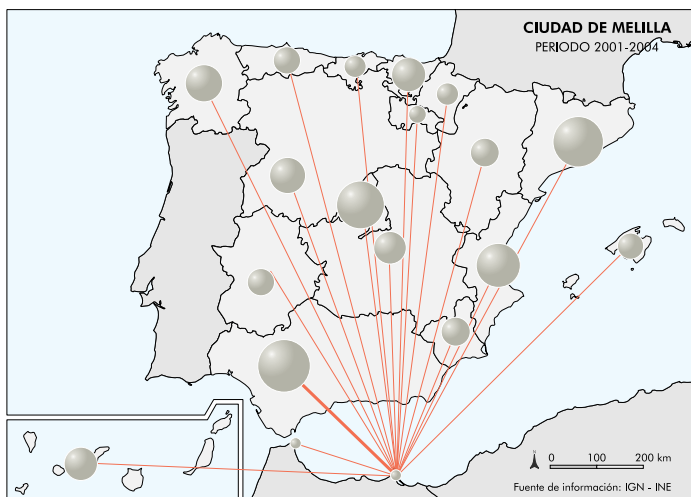
Mapa 4 40: Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Melilla.



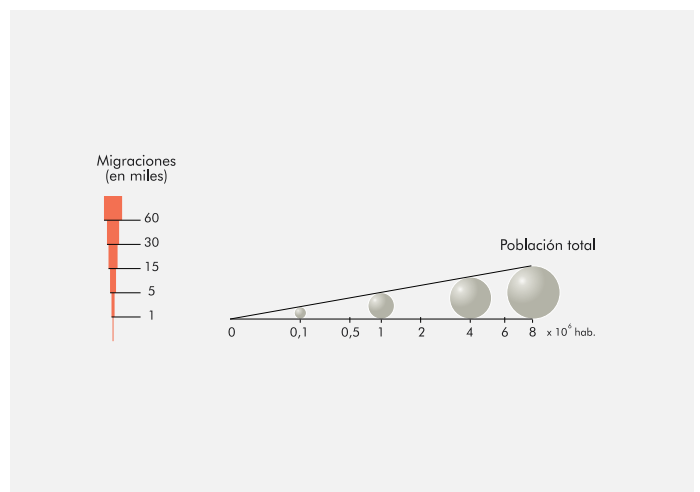
Mapa 4 41: Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Melilla.

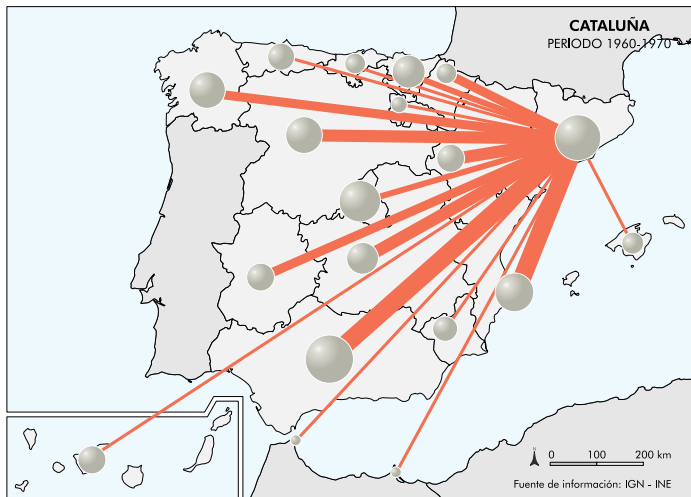


Mapa 4 42: Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Melilla.

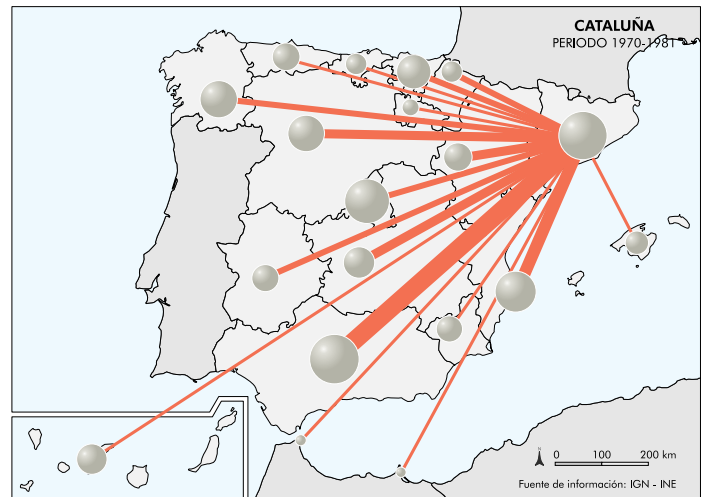


Mapa 4 43: Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Melilla.

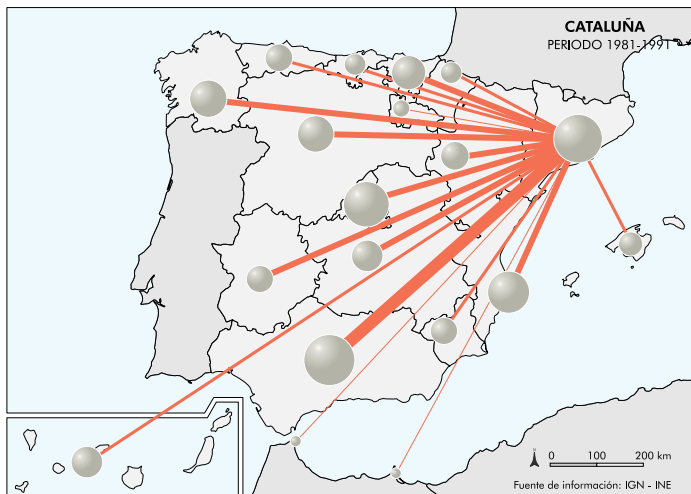




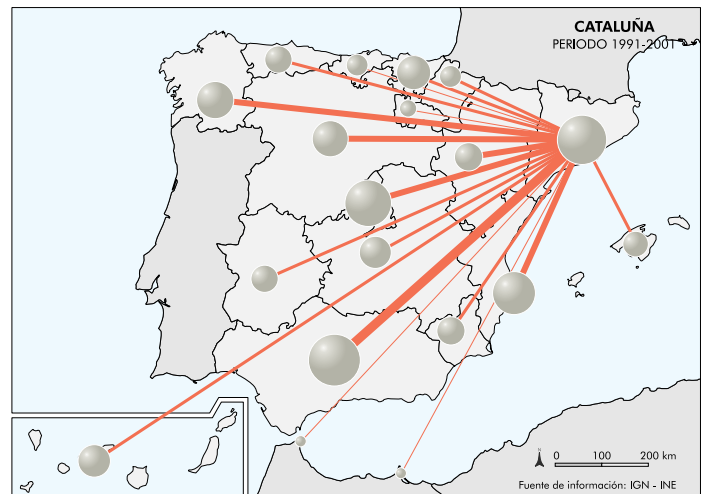
Mapa 4 44: Movimientos migratorios interiores, 1960-1970, Cataluña.



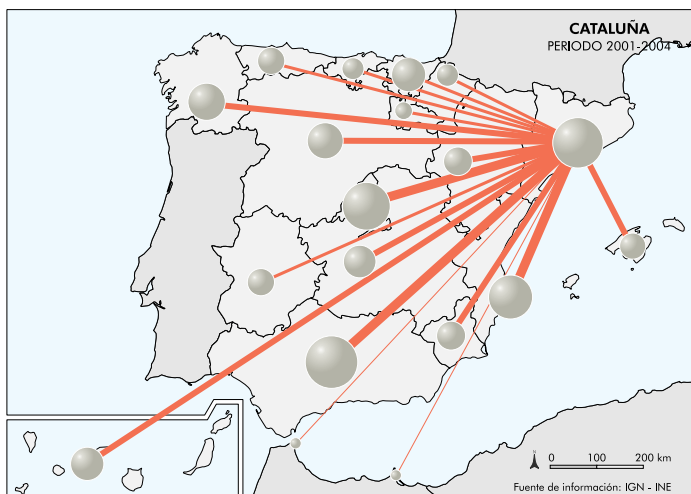
Mapa 4 45: Movimientos migratorios interiores, 1970-1981, Cataluña.



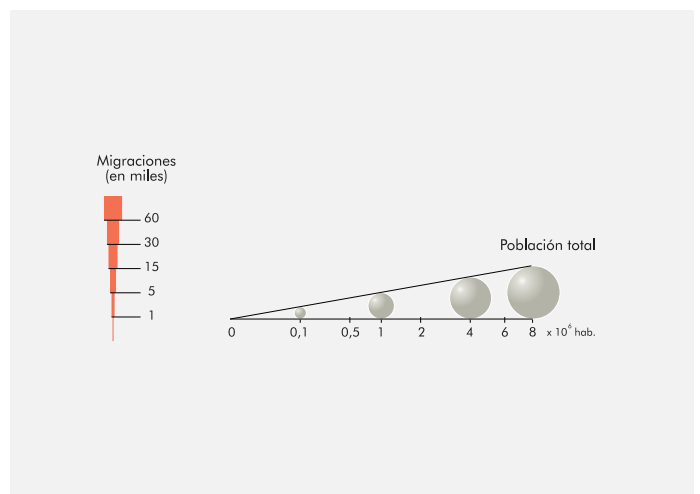
Mapa 4 46: Movimientos migratorios interiores, 1981-1991, Cataluña.



Mapa 4 47: Movimientos migratorios interiores, 1991-2001, Cataluña.



Mapa 4 48: Movimientos migratorios interiores, 2001-2004, Cataluña.



C) Elementos positivos: La serie cuenta con aspectos que denotan un diseño y elaboración en la que se ha tenido especial cuidado, lo que se percibe en detalles que pueden parecer sencillos pero que denotan una cartografía de calidad. Uno de ellos es la elección del color rojo, (Cyan 0 / Magenta 70 / Amarillo 70 / Negro 0), para apoyar la percepción de la implantación lineal como variable principal frente al gris de las esferas, de forma que el lector focaliza directamente su atención sobre los aspectos que el emisor considera significativos.

Dado el ingente número de mapas que forma la serie, el tamaño de los mismos debe ser necesariamente reducido para que su inclusión en formatos convencionales sea factible. Considerando deseable la incorporación de las leyendas en cada uno de los mapas por motivos ya expuestos en comentarios anteriores, esta limitación de espacio exige que las leyendas sean de un tamaño también reducido. Habiendo realizado pruebas de maqueta a este respecto se opta por la opción de considerar todos los mapas referentes a una misma comunidad autónoma como un documento cartográfico único que dispone de una sola leyenda de cara a evitar superposiciones que impidan su lectura sencilla y soluciones visualmente menos estéticas. Aun siendo casi impuesto el tratamiento exento de la leyenda, el resto de elementos obligados tales como el título, escala gráfica o fuente de información se mantienen inclusos.

La principal virtud de esta serie cartográfica reside en la posibilidad de comparación perfecta entre cualquiera de los mapas entre sí, de manera que el diseño de una sola leyenda permite la codificación de 95 casos distintos.

D) Elementos mejorables: Las limitaciones, sin embargo vienen ligadas a dos características particulares:

- Por un lado a que **el efecto visual final es significativamente dependiente de la localización espacial de la comunidad de destino**, a este respecto cabe llamar la atención sobre dos comunidades que por comparación muestran dicha limitación: por un lado Madrid y por otro Canarias.

La centralidad de la capital española, que lo fue precisamente por estar donde está, permite que la representación mediante líneas convergentes en la esfera madrileña resulte estética entre otras cosas porque aporta sensación de ser visualmente equilibrada. Favorece también que las líneas no se superpongan entre ellas ni con ninguno de los elementos del mapa lo que ofrece una impresión de sencillez.

Caso contrario encontramos en la serie correspondiente a la comunidad canaria. Su carácter insular unido a su lejanía respecto a la España peninsular obliga a representarla en una caja separada cuyos límites se ven cruzados por las líneas que provienen del resto de comunidades, hecho que no ayuda en

absoluto a la presencia estética del mapa. A esto se le añade que su localización esquinada en el ángulo inferior izquierdo contribuye a una composición desequilibrada que genera en el lector cierta incertidumbre.

- Y por otro a uno de los hándicap del empleo de series cartográficas: **la leyenda que es válida para todos los mapas no permite caracterizar óptimamente cada uno individualmente.** La ejemplificación de este inconveniente se puede percibir al comparar las series correspondientes a Aragón, Melilla y Cataluña.

Para Aragón la leyenda es suficiente pero no satisfactoria, permite distinguir los flujos de mayor envergadura y los de menor intensidad pero se percibe que una representación individualizada de la comunidad aragonesa exigiría un mayor grado de detalle en su leyenda, puesto que tan solo se utilizan los cuatro intervalos inferiores.

Melilla es el ejemplo evidente de que la significación de alguno de los mapas acaba siendo notablemente mejorable, tan solo los dos intervalos inferiores se emplean, y en realidad la mayor parte de la codificación se mueve en el rango inferior a mil personas, por lo que la representatividad de la serie por si sola parece insuficiente.

Cataluña muestra el caso contrario, aunque son utilizados todos los intervalos de la leyenda, las cifras excesivamente elevadas de los flujos especialmente en las décadas de los 60 y 70 podrían justificar la inhabilitación de la cartografía fuera del contexto seriado puesto que la superficie ocupada por las líneas es excesiva apenas permitiendo apreciar la base espacial y conformando un conglomerado de líneas rojas alrededor de la esfera catalana que no resultan estéticas.

E) Opciones alternativas: Las alternativas en este caso supondrían un cambio en el tipo de implantación pasando de líneas a puntos, en los cuales se podrían superponer dos variables de la siguiente forma:

- a. Mediante tamaño de círculo:** La cifra total de desplazados desde cada comunidad a la de origen.
- b. Mediante combinación de valor y color:** El porcentaje que supone la población emigrada respecto al total de población residente.

Otra posibilidad estaría relacionada con la consideración de los elementos puntuales de la cartografía actual como prescindibles, por lo que podrían suprimirse dejando simplemente en el mapa la implantación lineal como carga temática, siendo posible indicar las direcciones con una punta de flecha al final de las líneas.

4.2.3. El empleo de la implantación superficial

El uso de variables cuantitativas medidas en escalas de razón y representadas mediante implantación superficial graduada por valor o combinación de este con el color corresponde con la trayectoria número 25 según la metodología expuesta en el capítulo anterior. Dada la consideración que se le ha otorgado en esta tesis doctoral a la cartografía de cifras absolutas como elemento vertebrador de la cartografía, la representación superficial pasa a ocupar un plano secundario, lo que se percibe como contrario a las prácticas habituales. Aun así determinadas variables exigen la superficie como tipo de implantación, por lo que no conviene abandonar su empleo que, aun con limitaciones, ofrece buenos resultados en determinadas ocasiones.

4.2.3.1. La densidad de población en España

(Vid. Mapa 4-49, Mapa 4-50, Mapa 4-51, Mapa 4-52, Mapa 4-53, Mapa 4-54, Mapa 4-55, Mapa 4-56, Mapa 4-57, Mapa 4-58, Mapa 4-59, Mapa 4-60, Mapa 4-61, Mapa 4-62, Mapa 4-63 y Mapa 4-64)

| DENSIDAD DE POBLACIÓN | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Densidad de Población | Cuantitativa | Razón | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 25 | - |

A) Comentario cartográfico: La inclusión de la variable densidad de población es obligada en cualquier recopilación de cartografía demográfica, probablemente porque su uso se ha estandarizado a lo largo del tiempo favoreciendo su conocimiento por parte del público en general.

Lo cierto es que la densidad de población es tan solo una mirada desde un ángulo distinto a la distribución de la población sobre el territorio, a la ofrecida por la trayectoria 20 (cifras absolutas por tamaño de símbolo) por lo que se ha considerado necesario realizar una serie paralela en escalas y secuencia temporal a la generada para la variable población total.

Resulta conveniente la utilización de dos series paralelas que representen la población total mediante implantación puntual y la densidad de población mediante superficial, de manera que las potencialidades de cada una compensen las limitaciones de la otra: de esta forma la excepcional capacidad de transmisión de la densidad de población apoya la lectura más compleja de la población total; mientras que esta aporta una correspondencia visual con cifras totales más adecuada a lo que se le añade una comprensión de las relaciones espaciales más eficiente al situarse los símbolos sobre las cabeceras municipales.

De esta manera la representación se estructura en un serie a escala provincial y otra a escala municipal. Dado que el rango de datos no permite la creación de una leyenda universal para ambas no puede considerarse como una serie unitaria, aunque se

mantienen algunos elementos que permiten al lector pasar de una a otra con comodidad: por un lado se están empleando los mismos colores en la leyenda de manera que se perciban como hermanadas, y por otro lado los momentos temporales seleccionados son iguales en ambas series: 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 y 2007, lo que facilita la profundización en el estudio de la densidad en cada fecha pasando de la escala provincial a la municipal y viceversa: la obtención de patrones generales al pasar de la municipal a la provincial.

Ya se ha mencionado que la elección de los colores de la leyenda es la misma en ambos casos aunque los intervalos son diferentes, se trata de una secuencia cromática inusualmente larga, de 10 clases, para tratarse de una leyenda secuencial cuyo límite óptimo se estima entre los 5-7 intervalos. Sin embargo la elección de la gama de verdes unida a su combinación con el amarillo por abajo y con el negro por arriba ha permitido el alargamiento sin menoscabo importante de la discriminación entre los colores contiguos.

Por otra parte, es posible percibir en un primer vistazo que los mapas municipales no presentan las líneas que los delimitan, lo cual se debe a una decisión reflexionada para la toma de la cual se diseñaron e imprimieron diferentes versiones de prueba (*Vid. Tabla 4-1*) tras el análisis de las cuales se seleccionó la Opción 4, debido a que el peso visual de las líneas en el resto resultaba excesivo invalidando en parte la capacidad de transmisión del mapa.

Tabla 4-1: Propiedades de línea para las diferentes pruebas:

| | | Contornos provinciales | Contornos municipales |
|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Opción 1 | Grosor de línea | 0,1 mm | 0,05 mm |
| | Color de línea | 100 % Negro | 100 % Negro |
| Opción 2 | Grosor de línea | 0,1 mm | 0,02 mm |
| | Color de línea | 100 % Negro | 100 % Negro |
| Opción 3 | Grosor de línea | 0,1 mm | 0,05 mm |
| | Color de línea | 80 % Negro | 80 % Negro |
| Opción 4 | Grosor de línea | 0,1 mm | Sin línea |
| | Color de línea | 100% Negro | Sin línea |

B) Análisis geográfico: El recorrido de la variable densidad de población por provincias, en la serie histórica que se presenta, tiene sus valores más bajos en periodos relativamente recientes (año 2001) y corresponde a provincias interiores que ya sufrieron la sangría migratoria durante décadas antes de que la reciente oleada inmigratoria de los primeros años del siglo XXI cambiara el saldo a moderadamente positivo. Con todo, Soria, la de menor densidad en todo el periodo ha pasado de 14,6 a 9,07 habitantes por kilómetro cuadrado y Teruel, la segunda en cuanto a densidades, que tuvo en 2001 sus valores más bajos con 9,2 pasa a 9,7 en 2007 que tampoco es un

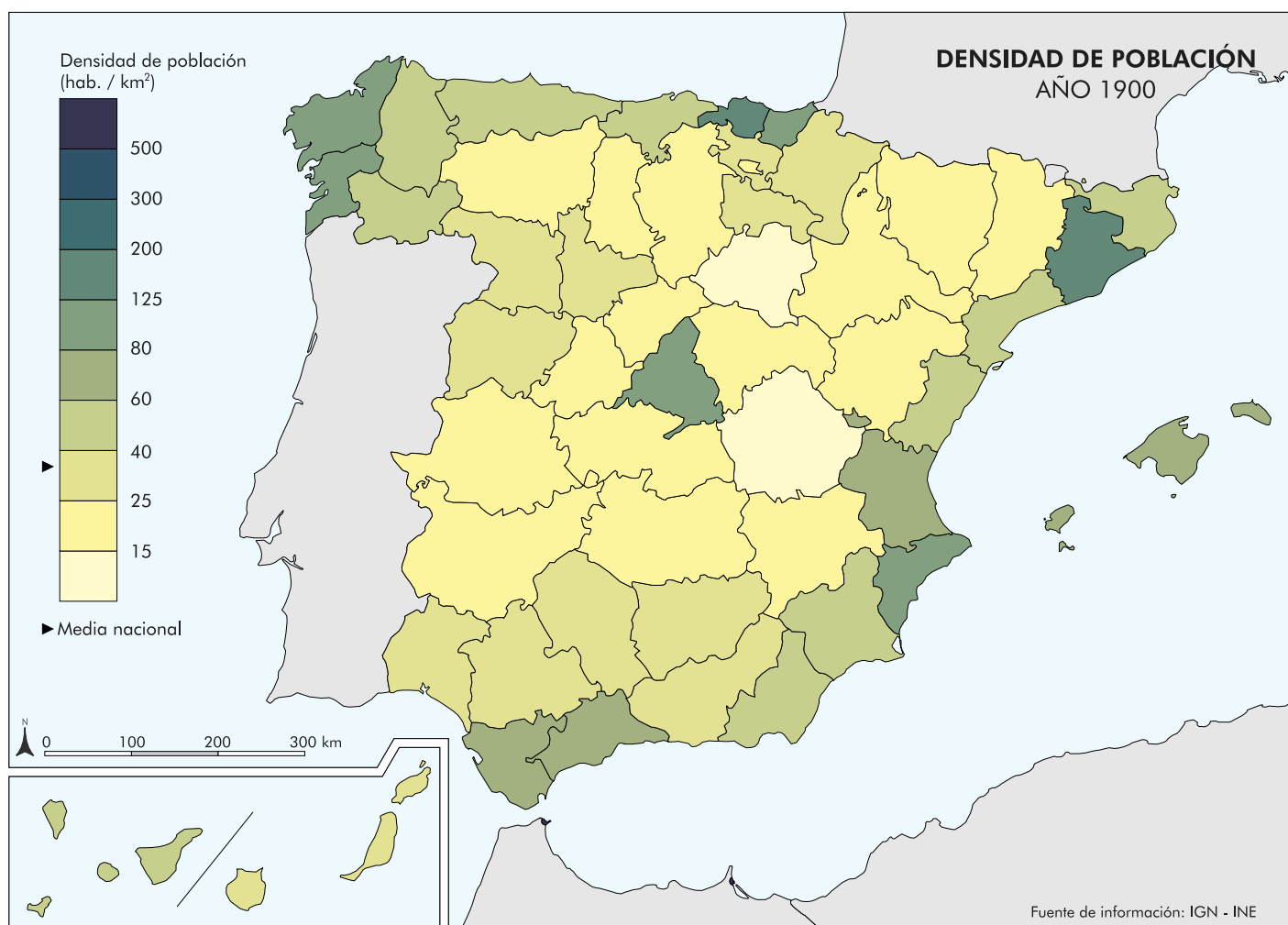
cambio excesivo aunque invite al optimismo. Los valores más elevados se localizan, como ya se ha dicho, en las ciudades autónomas norteafricanas. Melilla registraba 6.081 habitantes por kilómetro cuadrado en el censo de 1960 y Ceuta tuvo su máximo en los 3.983 de 2001. Ambas, a enorme distancia de los máximos del resto de las provincias que reflejan densidades de 755 para Madrid o 688 para Barcelona con datos de 2007.

El censo de 1900 da para España una densidad media de 36,8 habitantes por kilómetro cuadrado lo que suponía una subida respecto a censos anteriores. Se muestra una cierta preferencia de la población por las provincias litorales. De hecho son las que presentan mayores densidades poblacionales, explicándose tal distribución, en una economía básicamente agraria, tanto por la fértil agricultura mediterránea, como por la mayor disponibilidad de agua que el Cantábrico garantiza, complementada por las actividades ganaderas, forestales y pesqueras, en las que ya se dejan ver algunas incipientes industrializaciones. Las provincias más densificadas del momento eran Vizcaya, Barcelona y Pontevedra, aupadas las dos primeras por su industrialización, mientras que Cuenca, Soria y Huesca mostraban ya los valores más bajos de España.

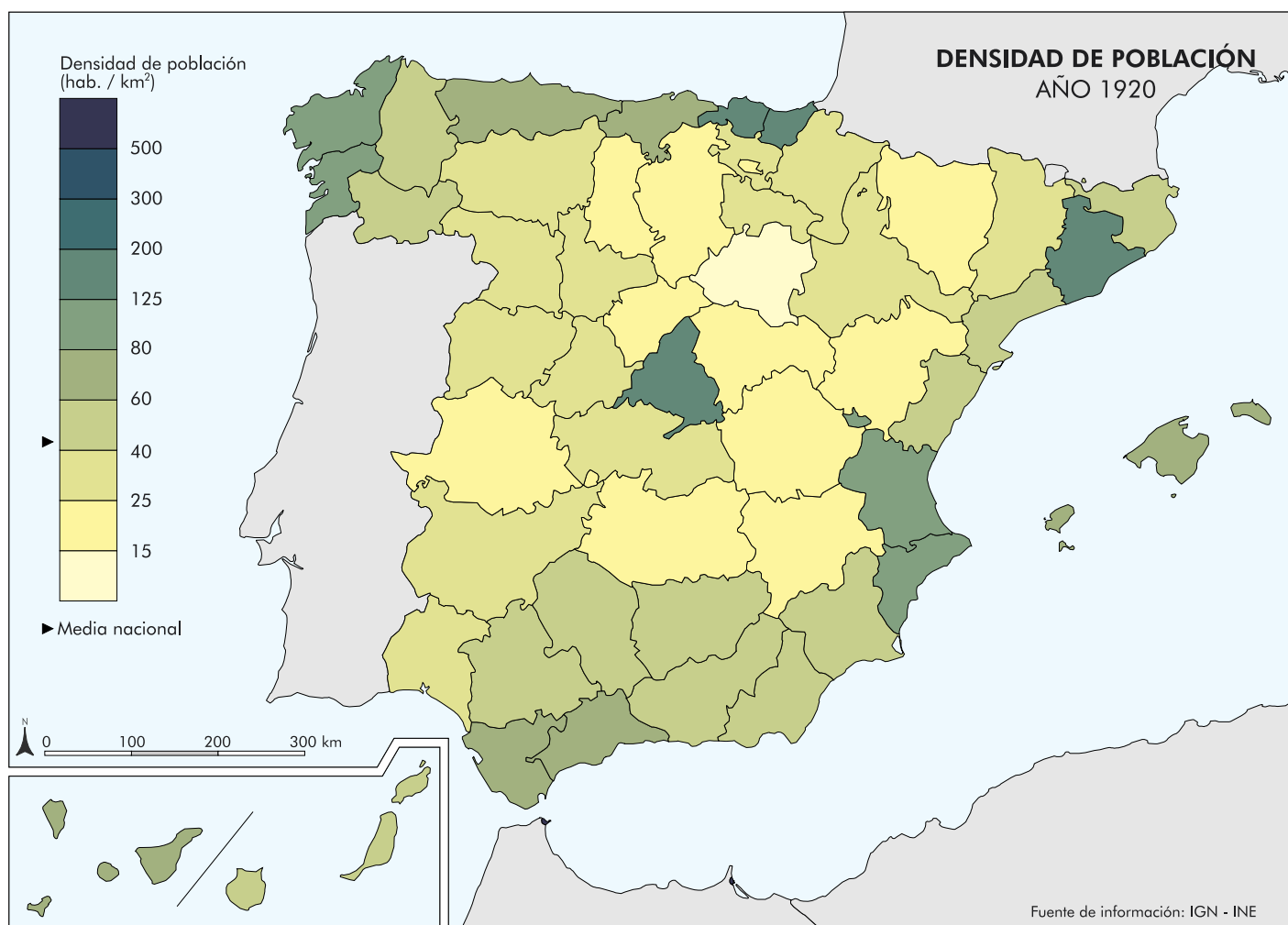
El censo de 1920 confirma las tendencias del periodo anterior; el valor más bajo es Soria y el más alto vuelve a ser Vizcaya, si no se consideran los valores de las ciudades autónomas de Ceuta y de Melilla. La media española sube moderadamente pasando de 36,8 a 42,3. Los mayores incrementos vuelven a darse en el litoral, especialmente en las provincias insulares, pero también en el Cantábrico y el Mediterráneo, localizándose los valores más bajos en ambas Castillas, con la excepción de Madrid, y apareciendo, además, nuevos descensos en algunas provincias pirenaicas como Lleida o Huesca. También se recalca más la diferencia de población entre las Galicias exterior e interior, que pierde población de forma continuada.

El censo de 1940, recién concluida la Guerra Española, registra un nuevo aumento de la densidad media española que pasa a 51,4. Los fuertes cambios operados al concluir la contienda tienen signos a veces contrapuestos: hay desplazamientos campo-ciudad por la búsqueda, entre otros, de un mayor anonimato, y movimientos ciudad-campo donde una comida diaria podía quedar mejor garantizada en épocas de escasez. Lo cierto es que no se registran en las provincias interiores grandes pérdidas y, en algunos casos, respondiendo a lo anteriormente expuesto, incluso hay algún incremento que desaparecerá en décadas posterior.

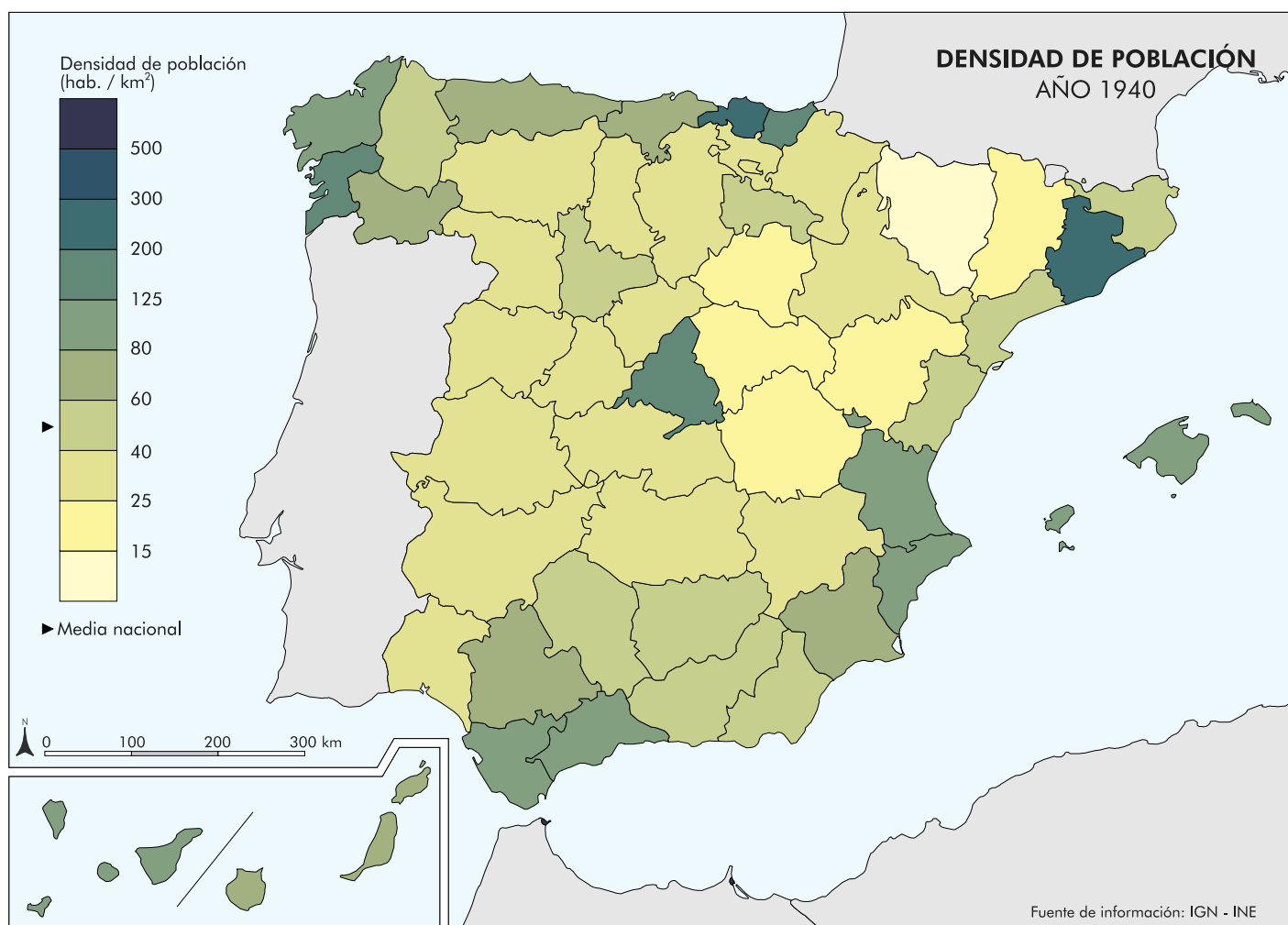
Las provincias más urbanizadas registran cambios fuertes en sus densidades: Barcelona pasa de 174,6 a 249,9; Vizcaya, de 184,7 a 230,5; Madrid, la subida más significativa, de 132,9 a 196,8; sin subestimar las concentraciones operadas en Pontevedra, Valencia, A Coruña, Alicante o Málaga.



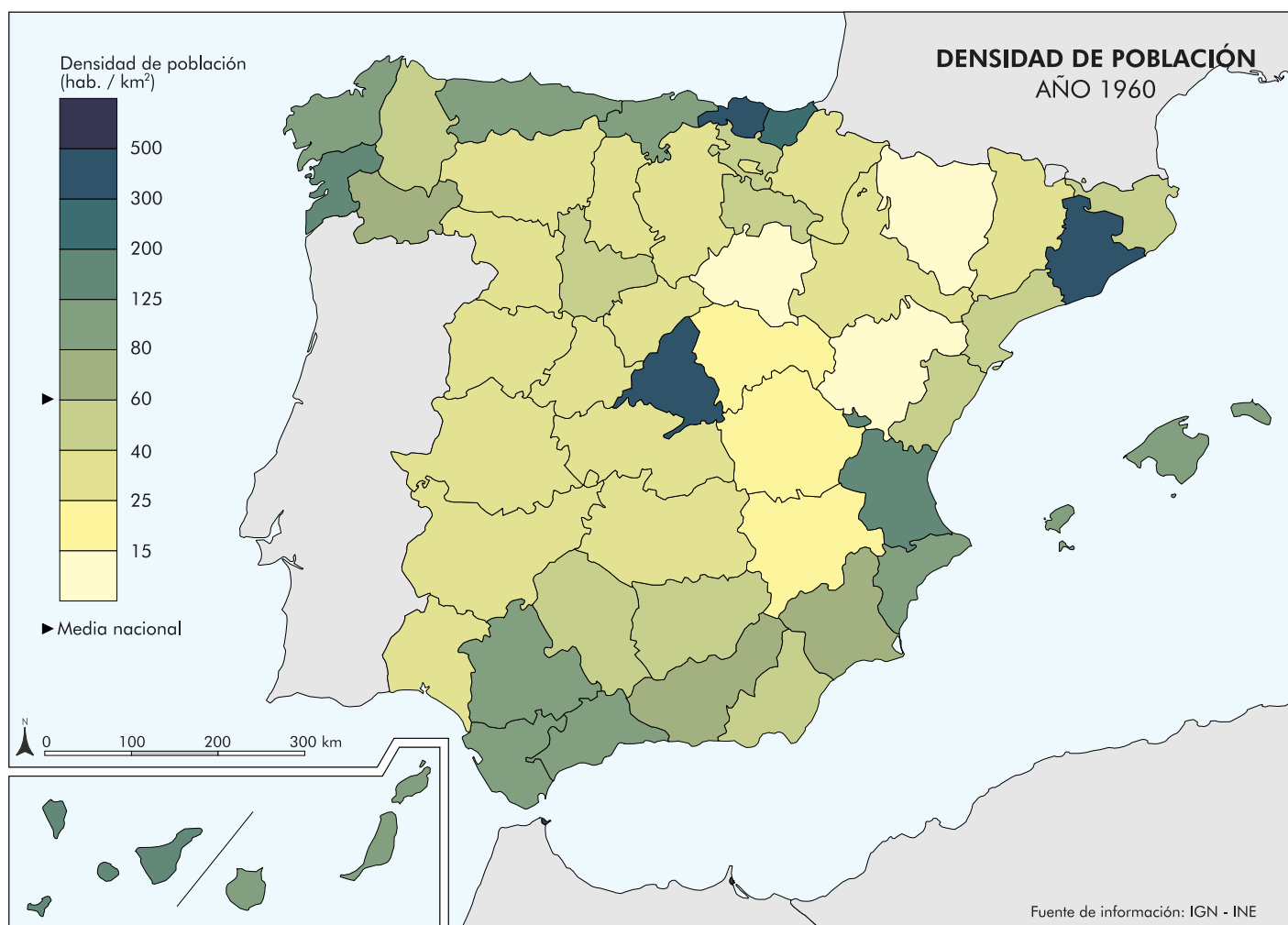
Mapa 4 49: Densidad de población, escala provincial, 1900.



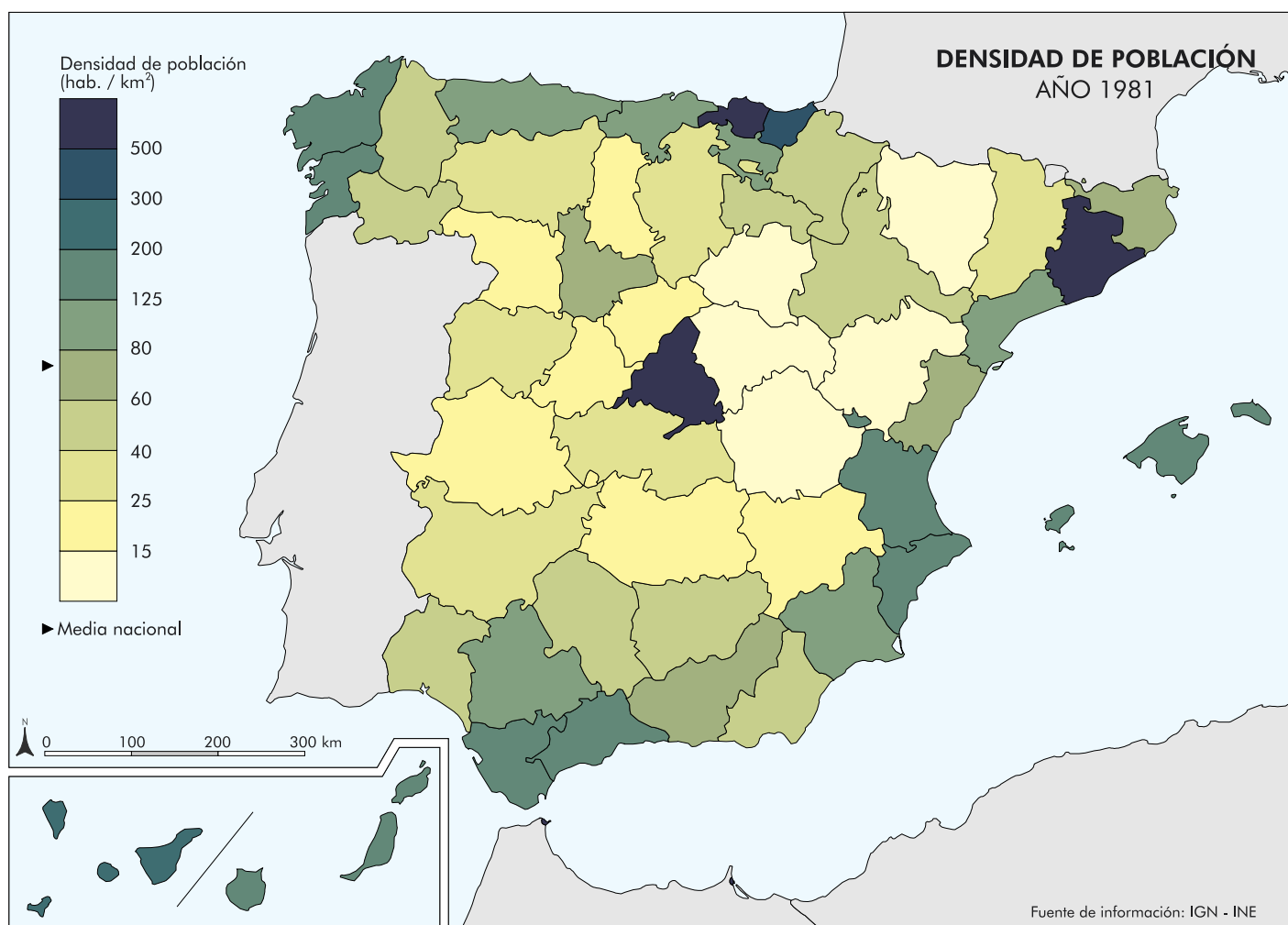
Mapa 4 50: Densidad de población, escala provincial, 1920.



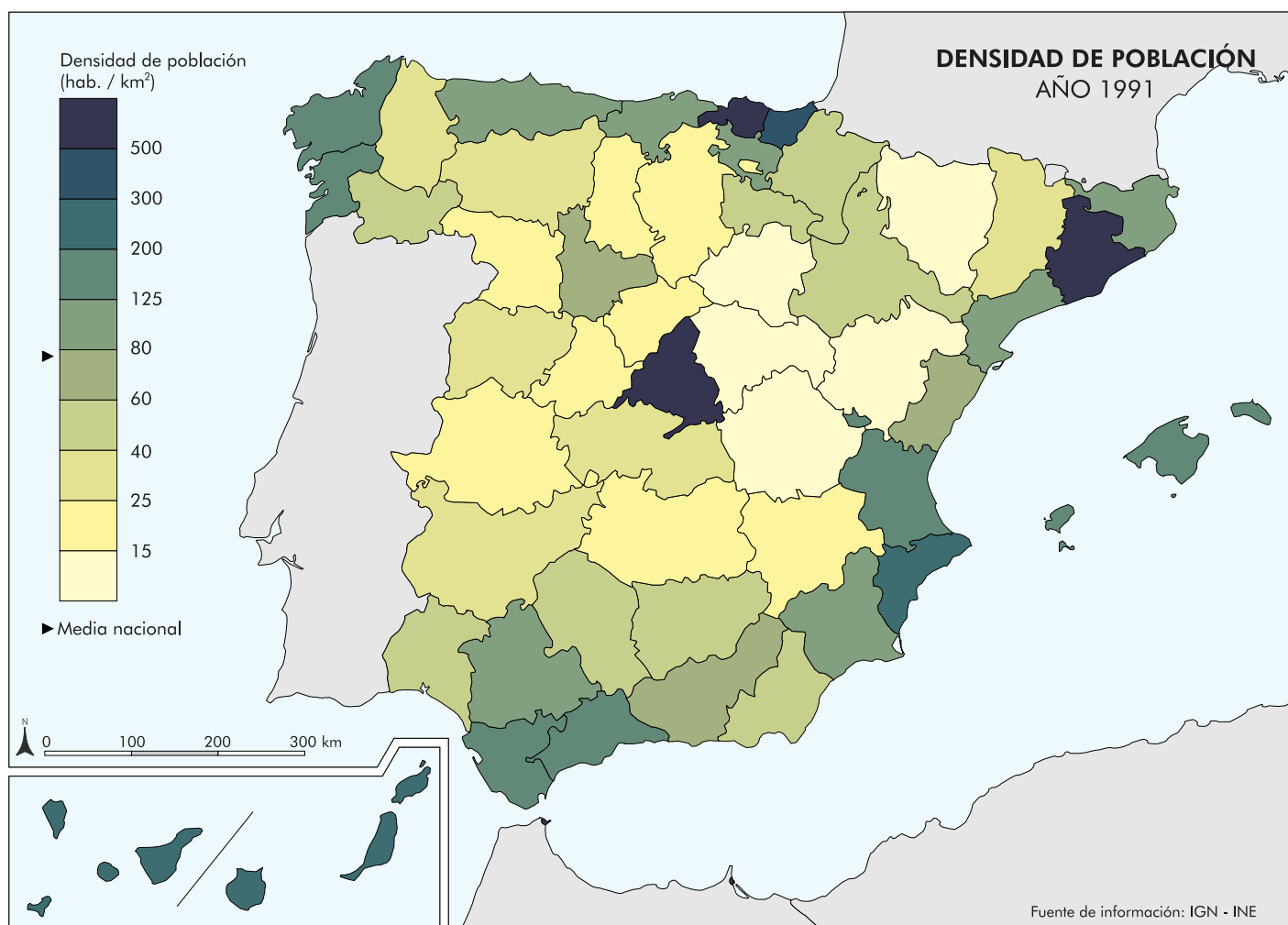
Mapa 4 51: Densidad de población, escala provincial, 1940.



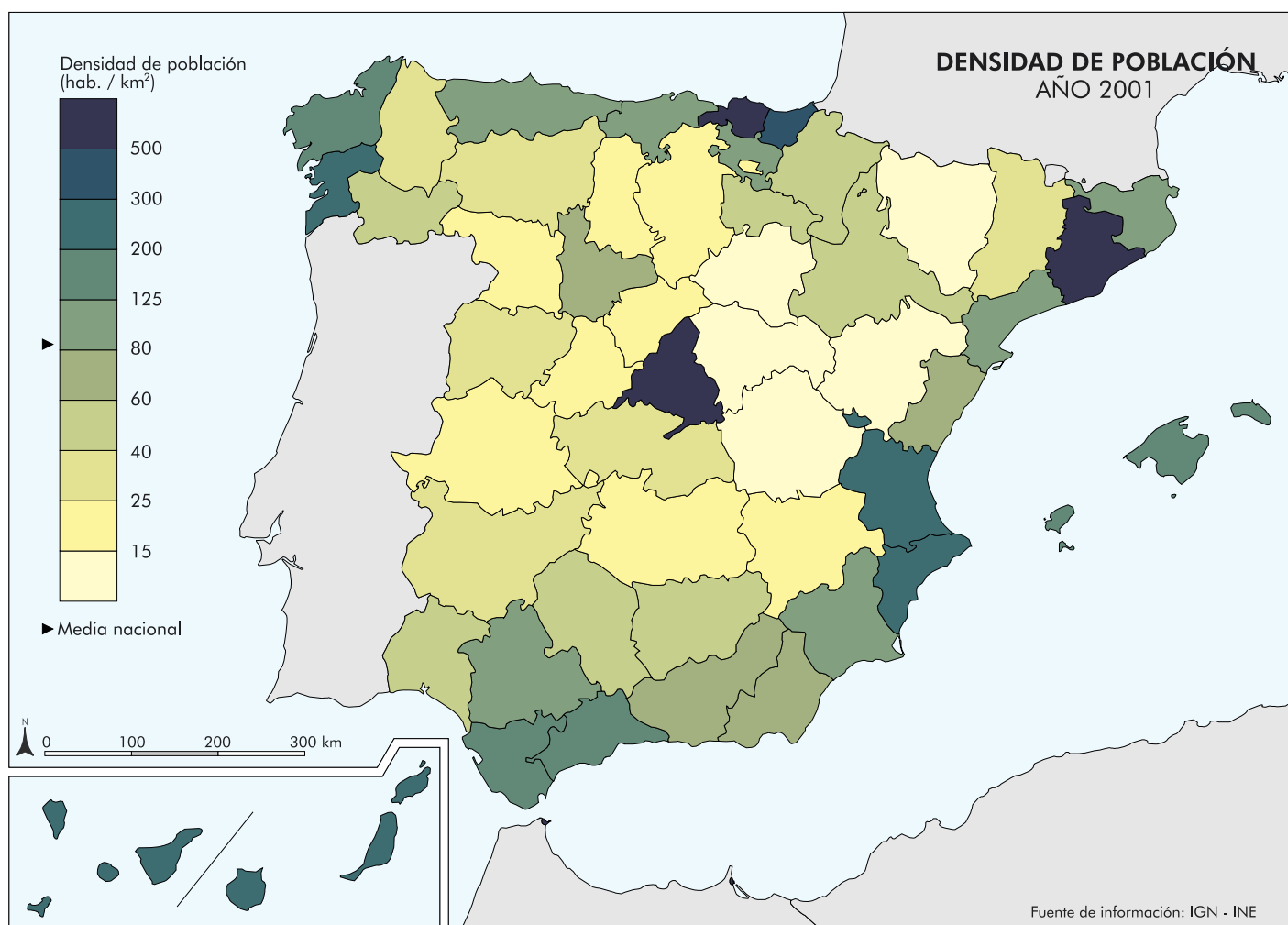
Mapa 4 52: Densidad de población, escala provincial 1960.



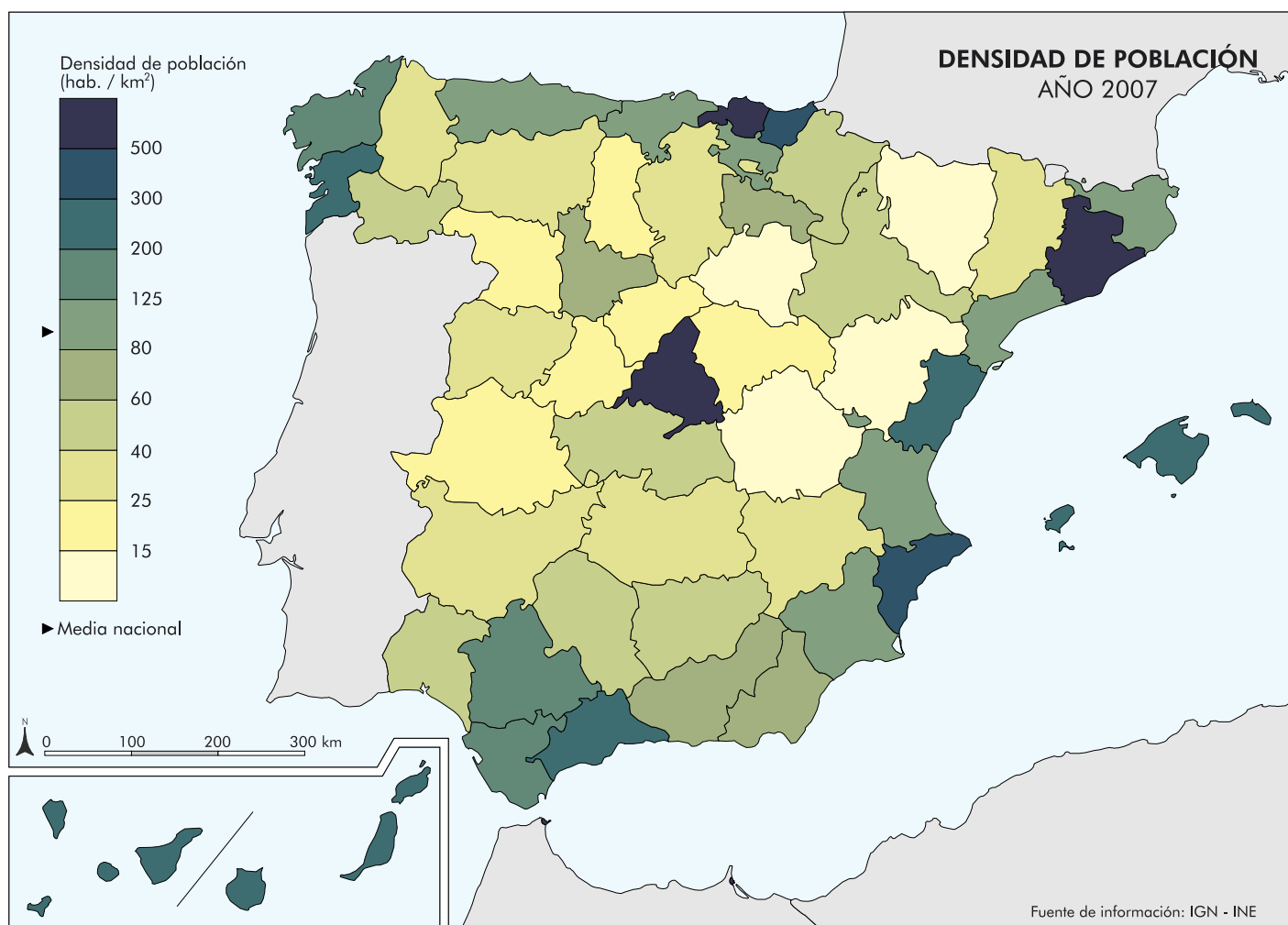
Mapa 4 53: Densidad de población, escala provincial, 1981.



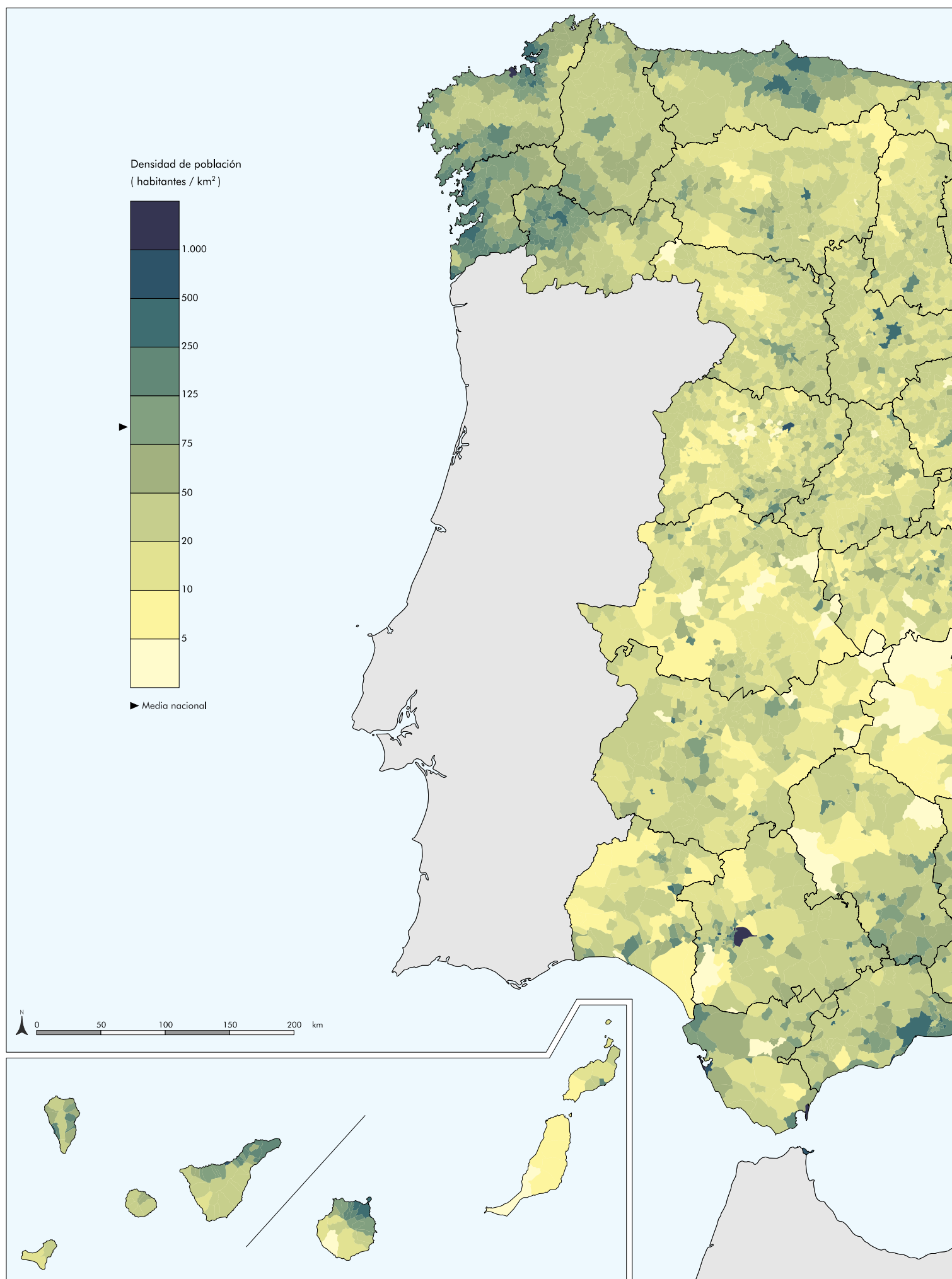
Mapa 4 54: Densidad de población, escala provincial 1991.

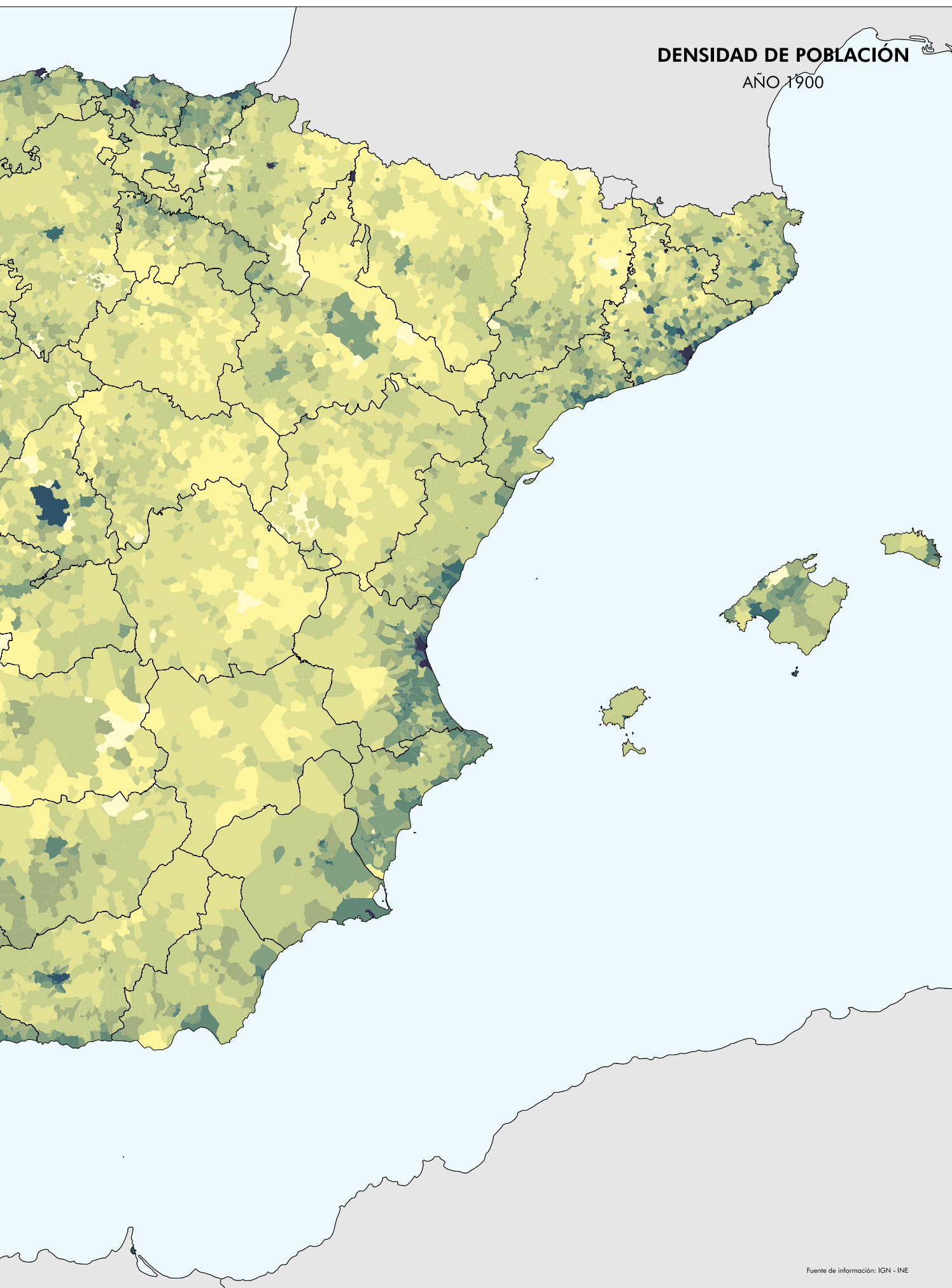


Mapa 4 55: Densidad de población, escala provincial, 2001.

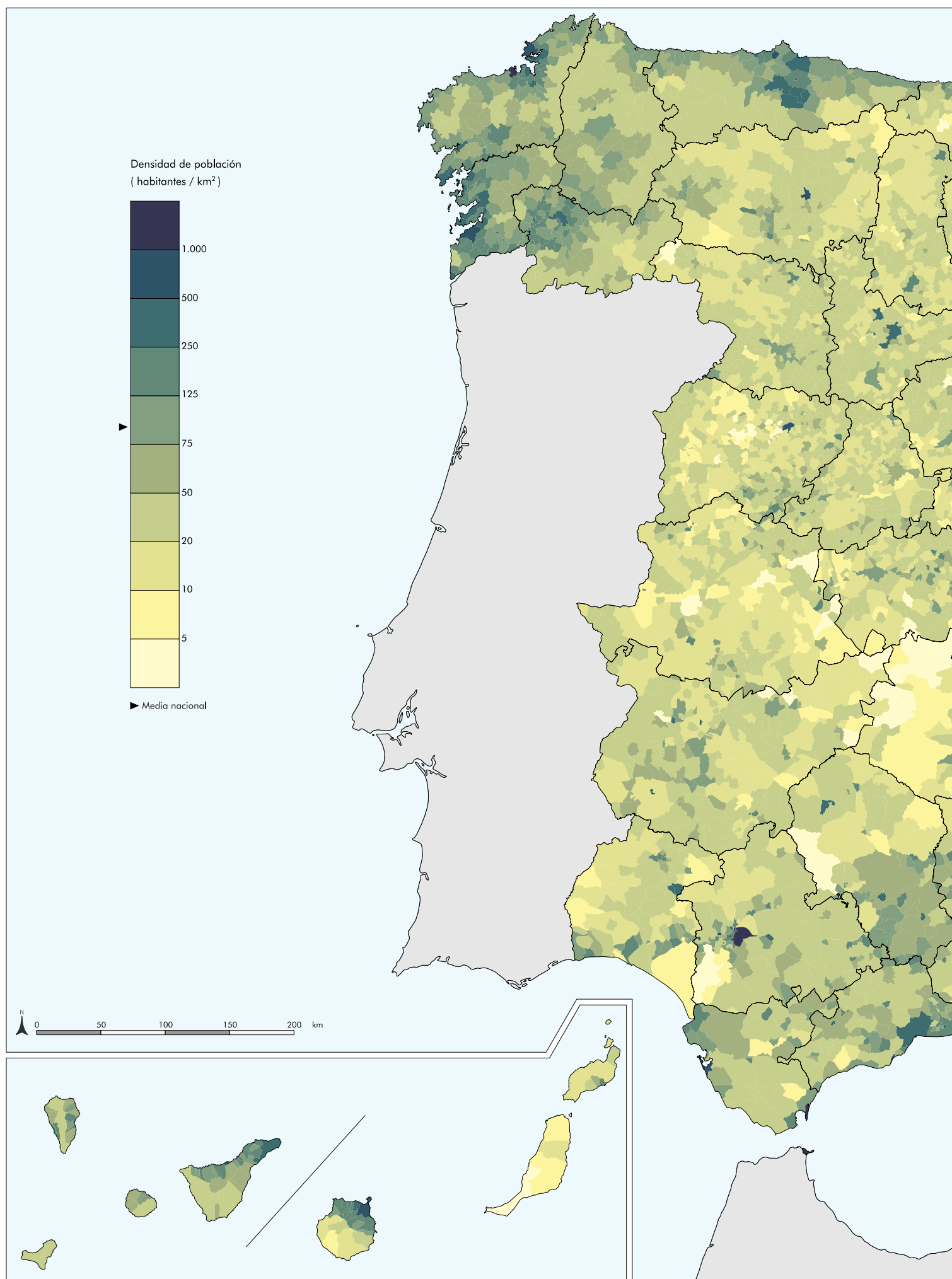


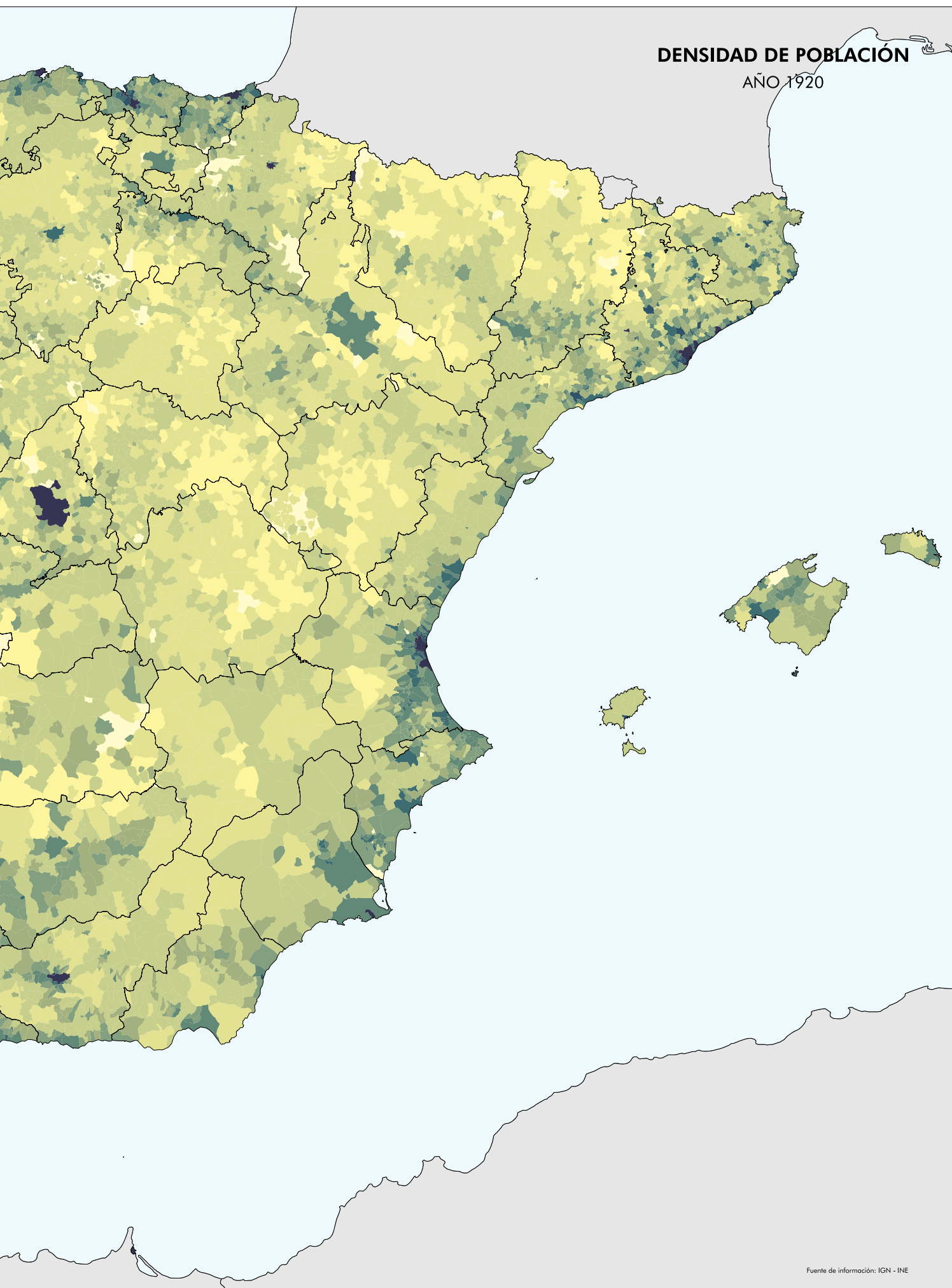
Mapa 4 56: Densidad de población, escala provincial, 2007.



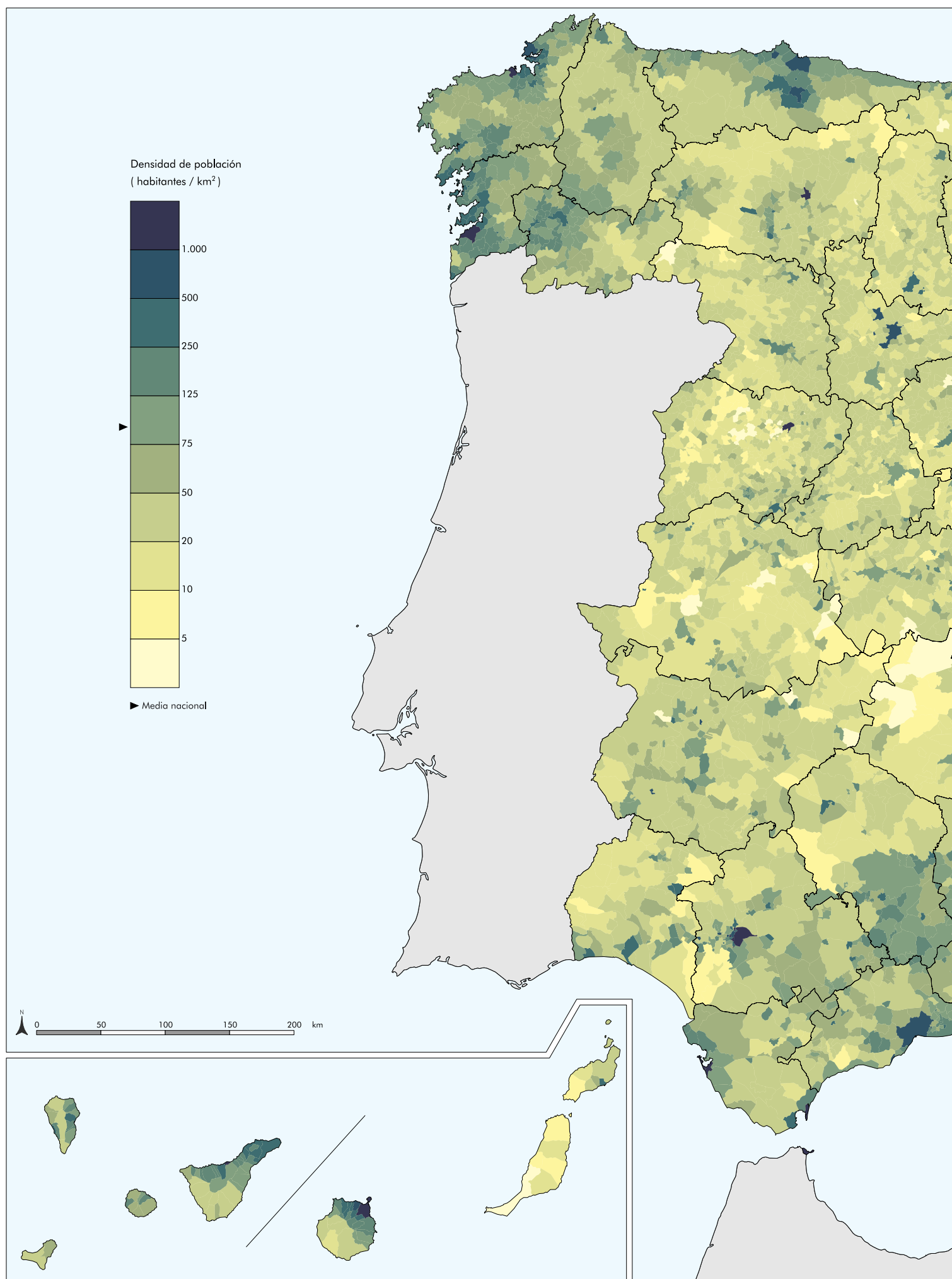


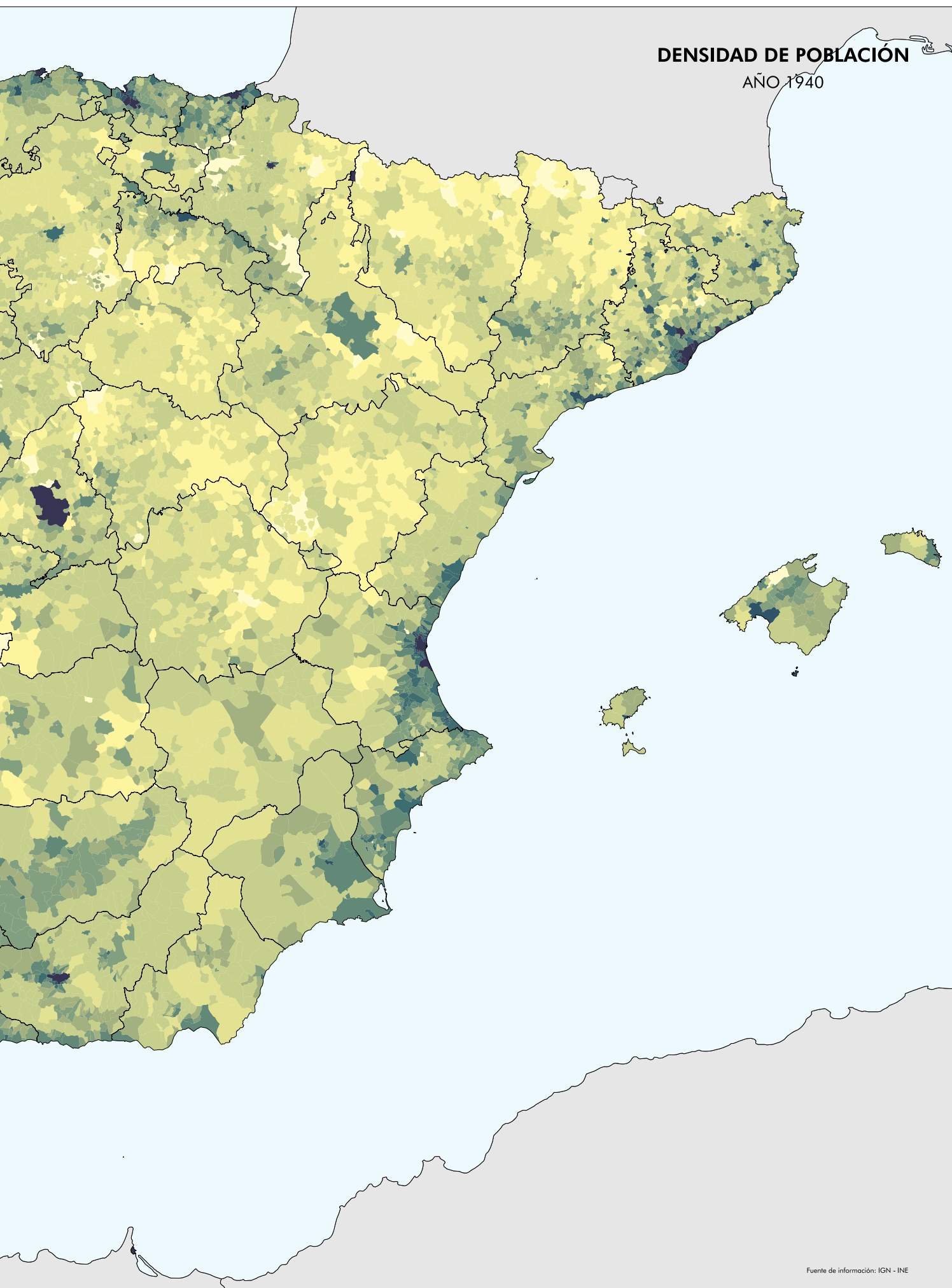
Mapa 4 57: Densidad de población, escala municipal, 1900.



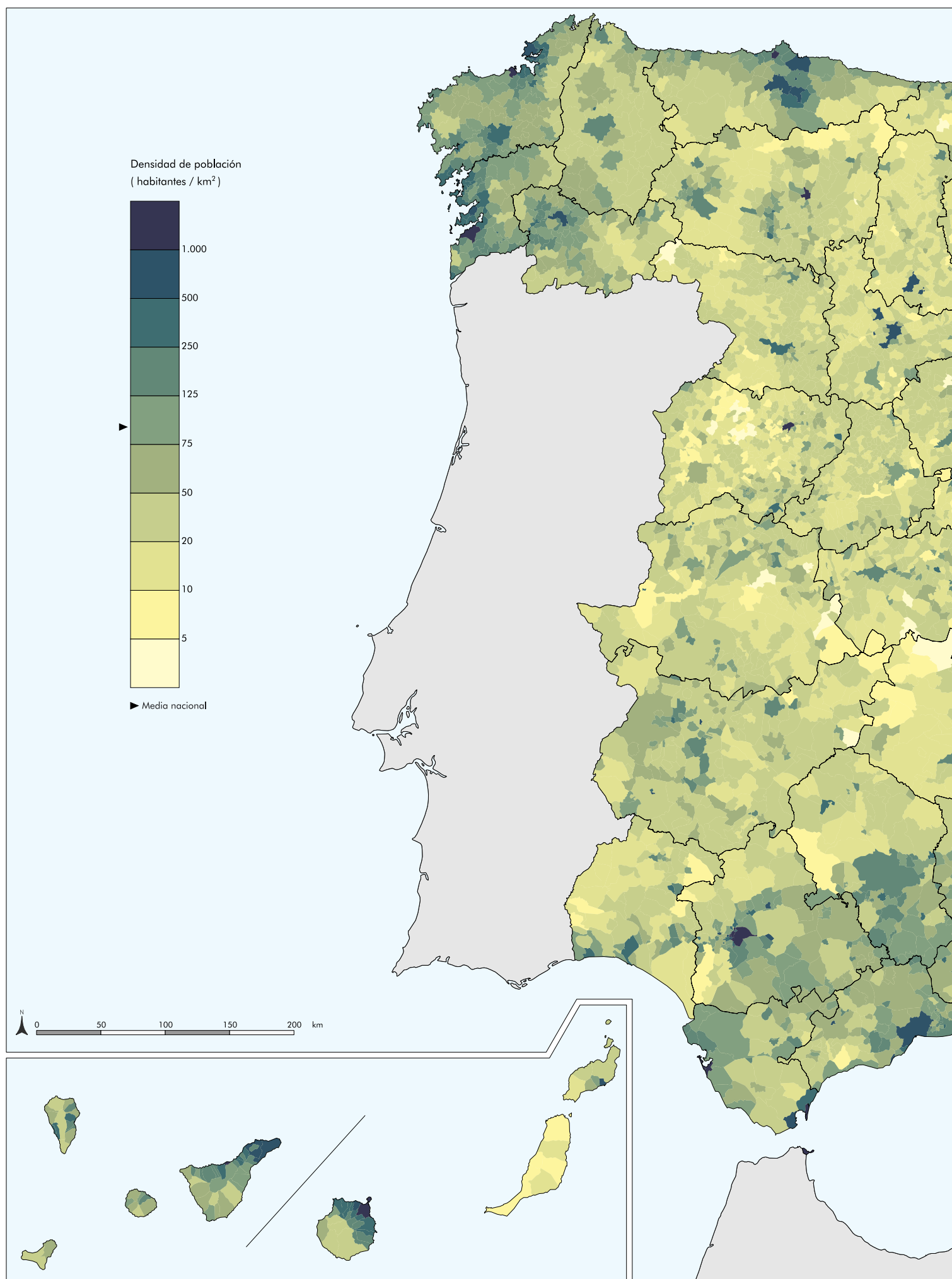


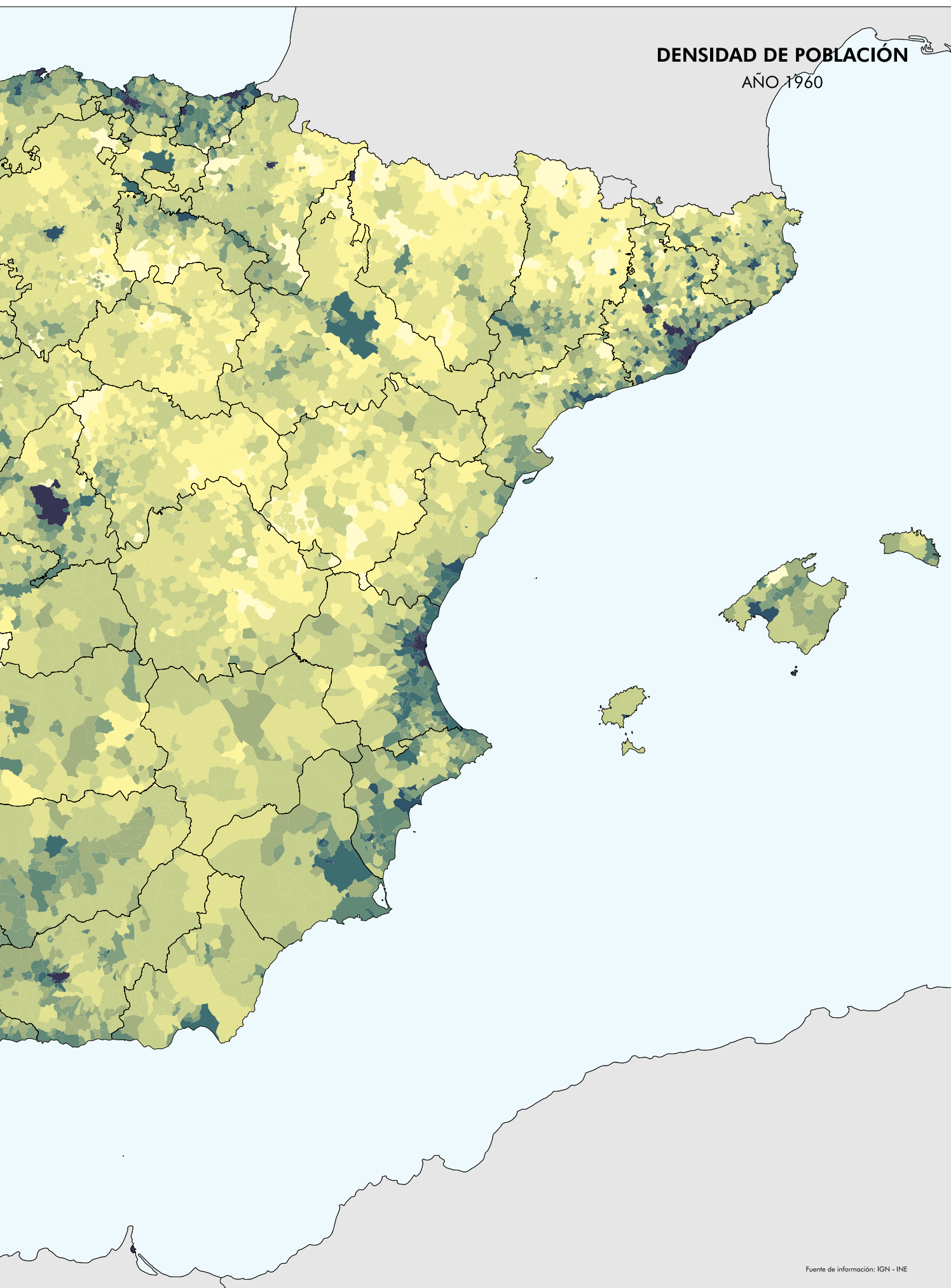
Mapa 4 58: Densidad de población, escala municipal, 1920.



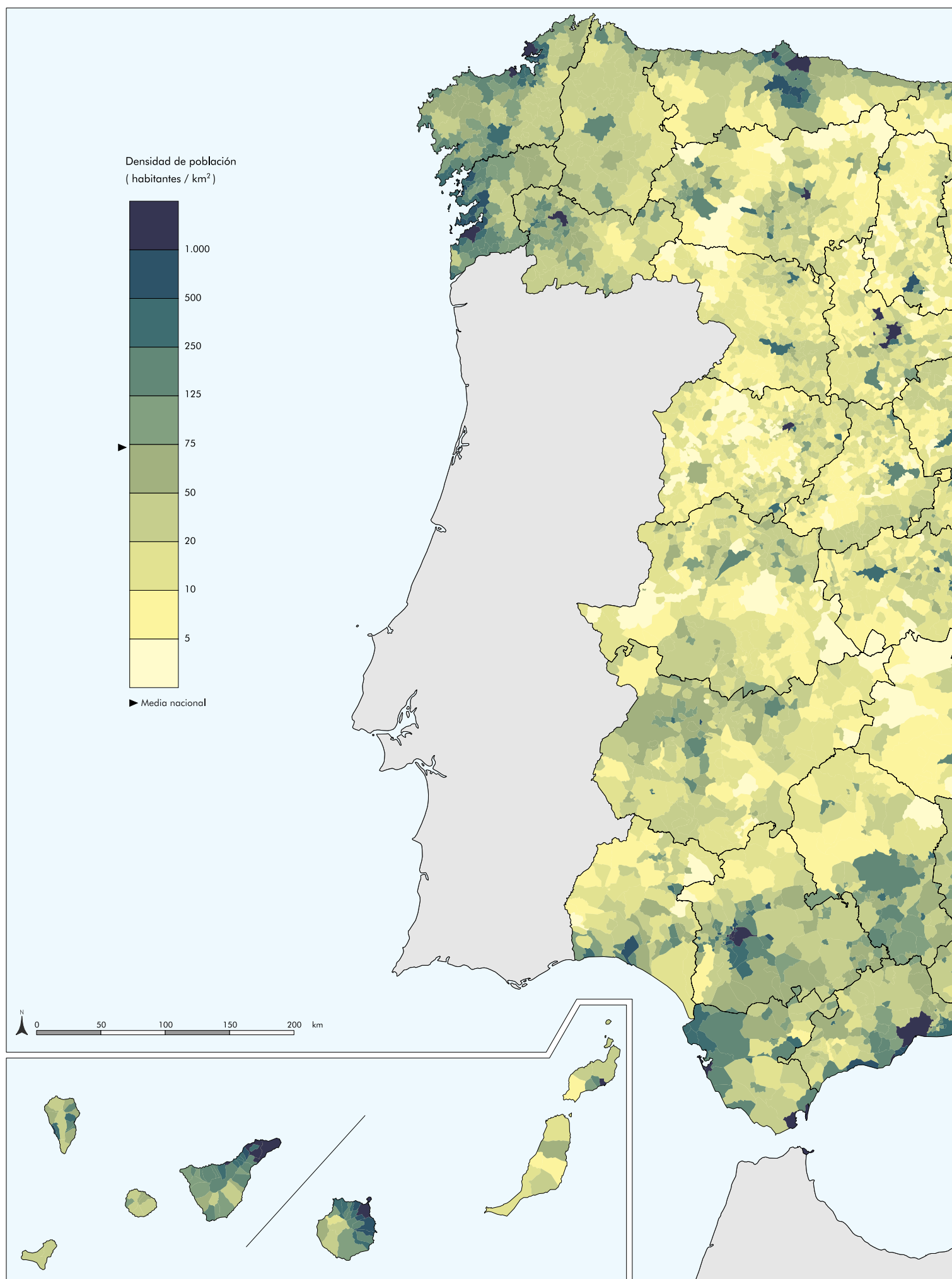


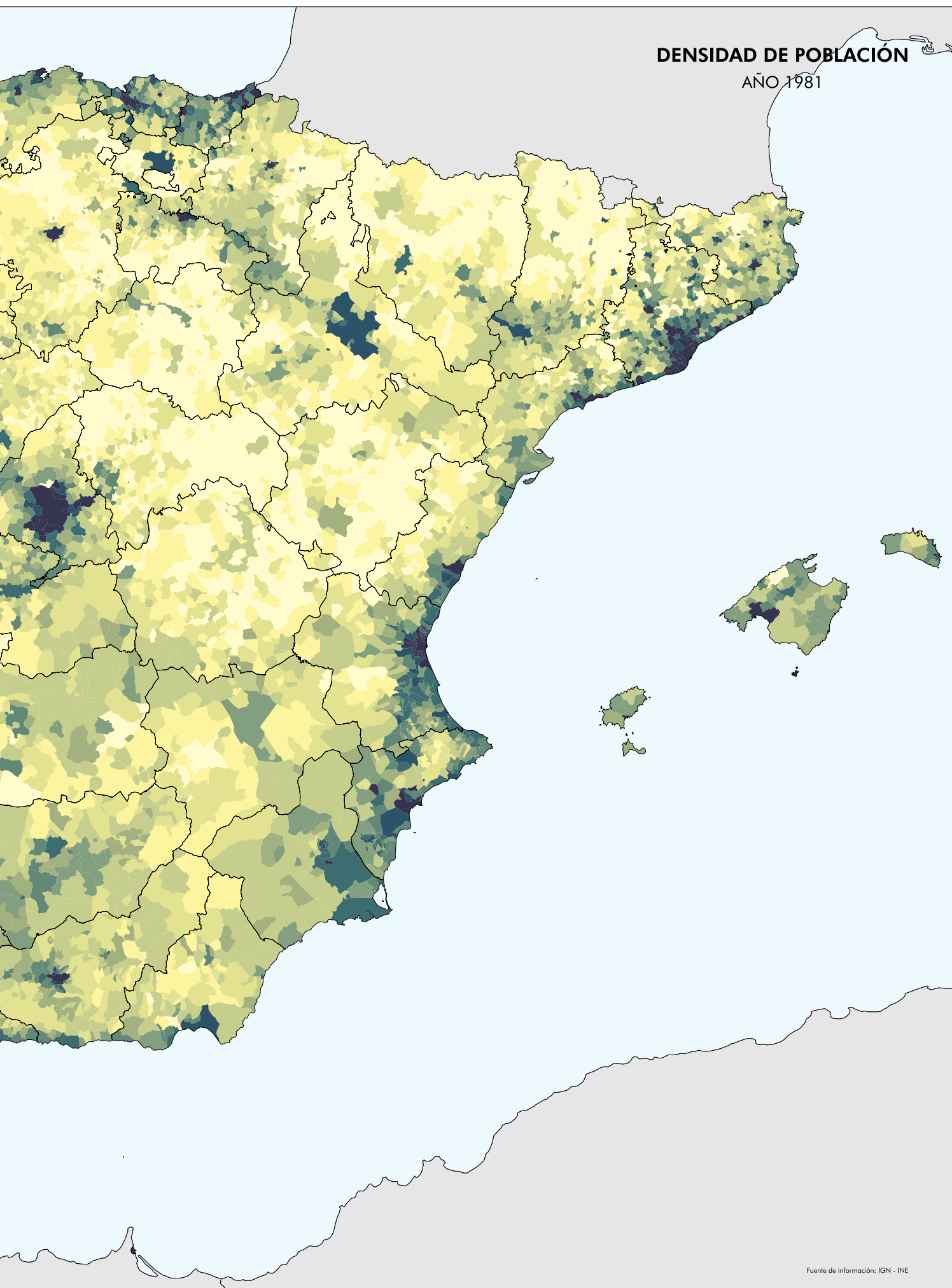
Mapa 4 59: Densidad de población, escala municipal, 1940.



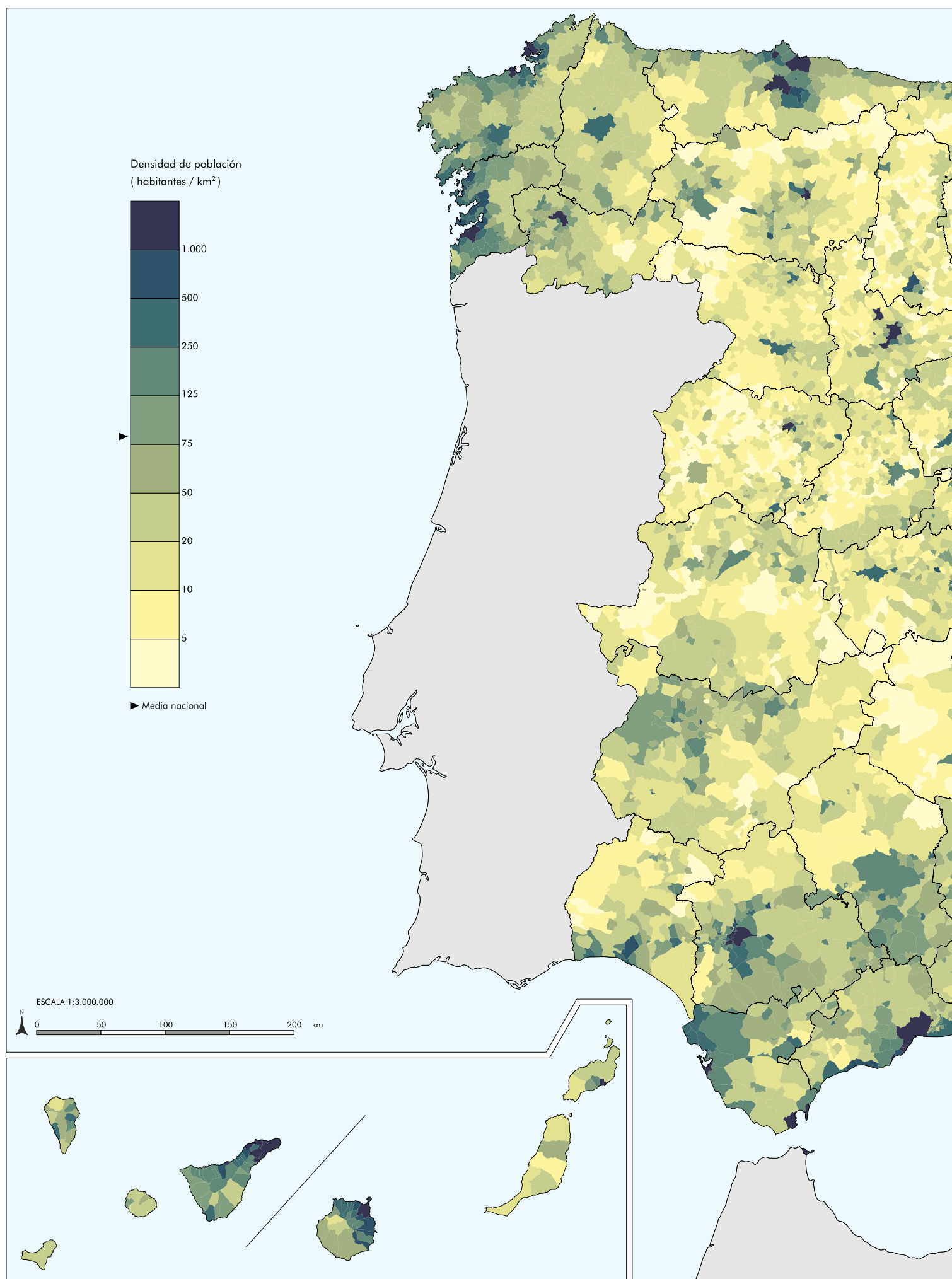


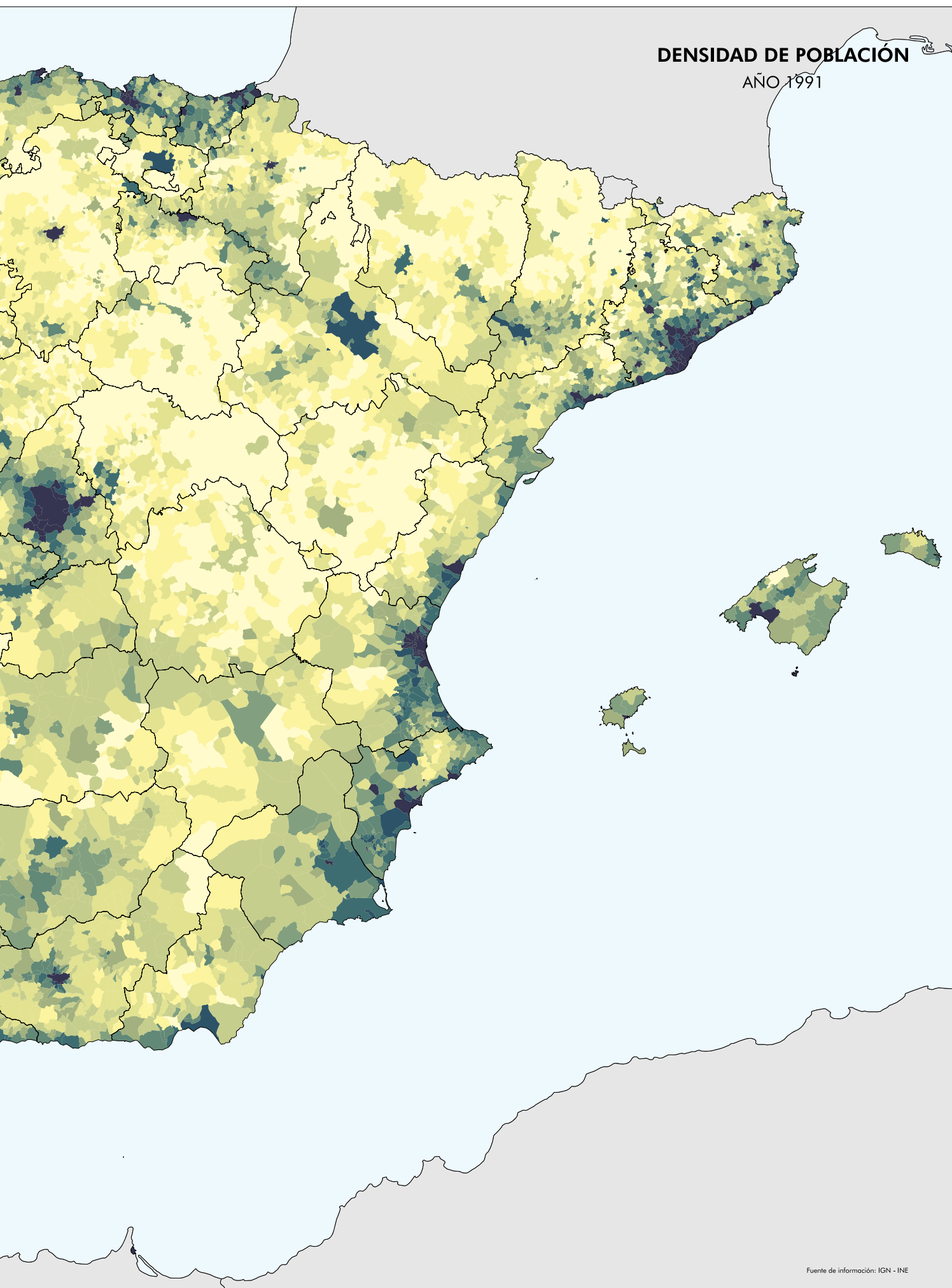
Mapa 4 60: Densidad de población, escala municipal 1960.



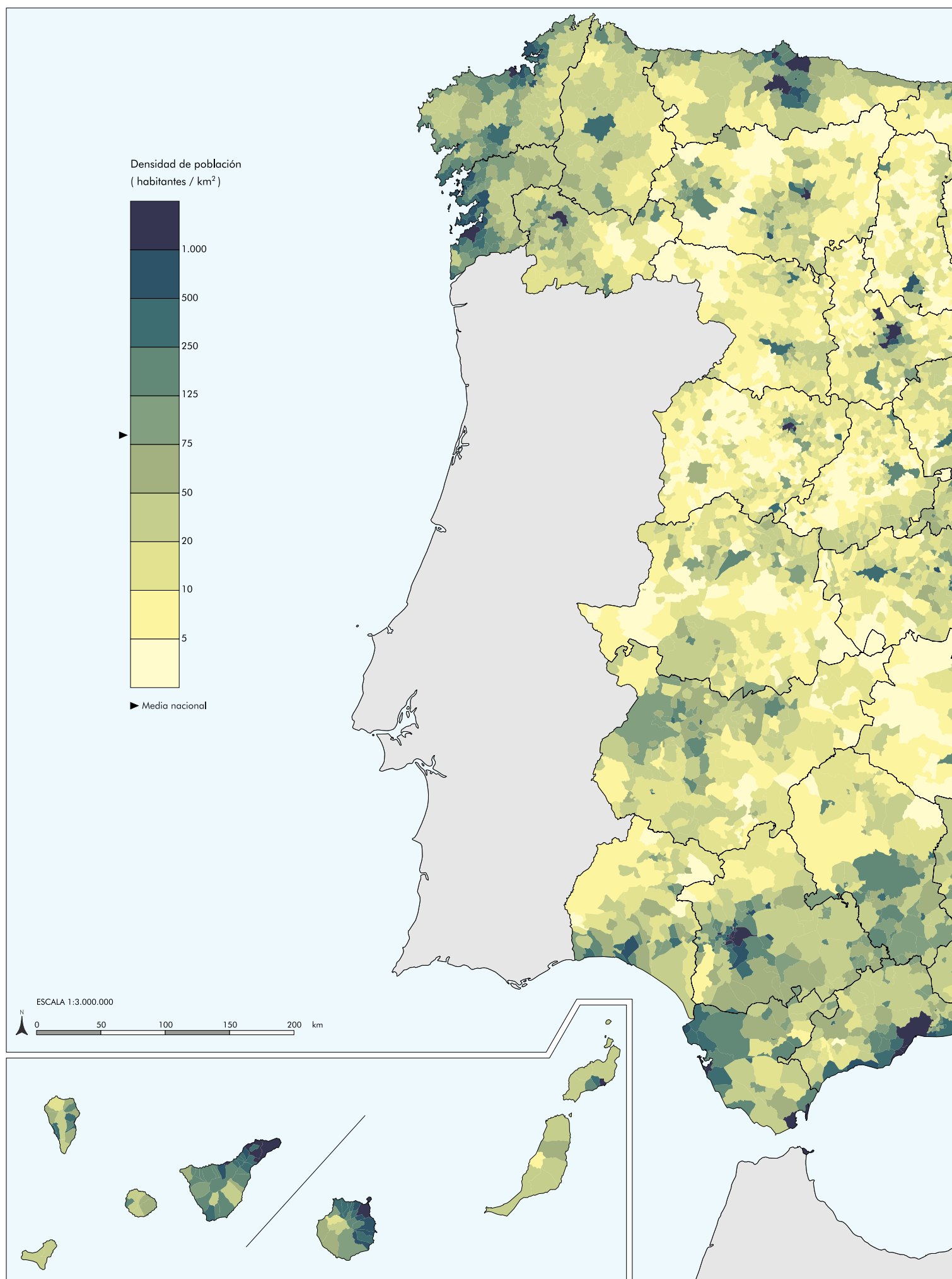


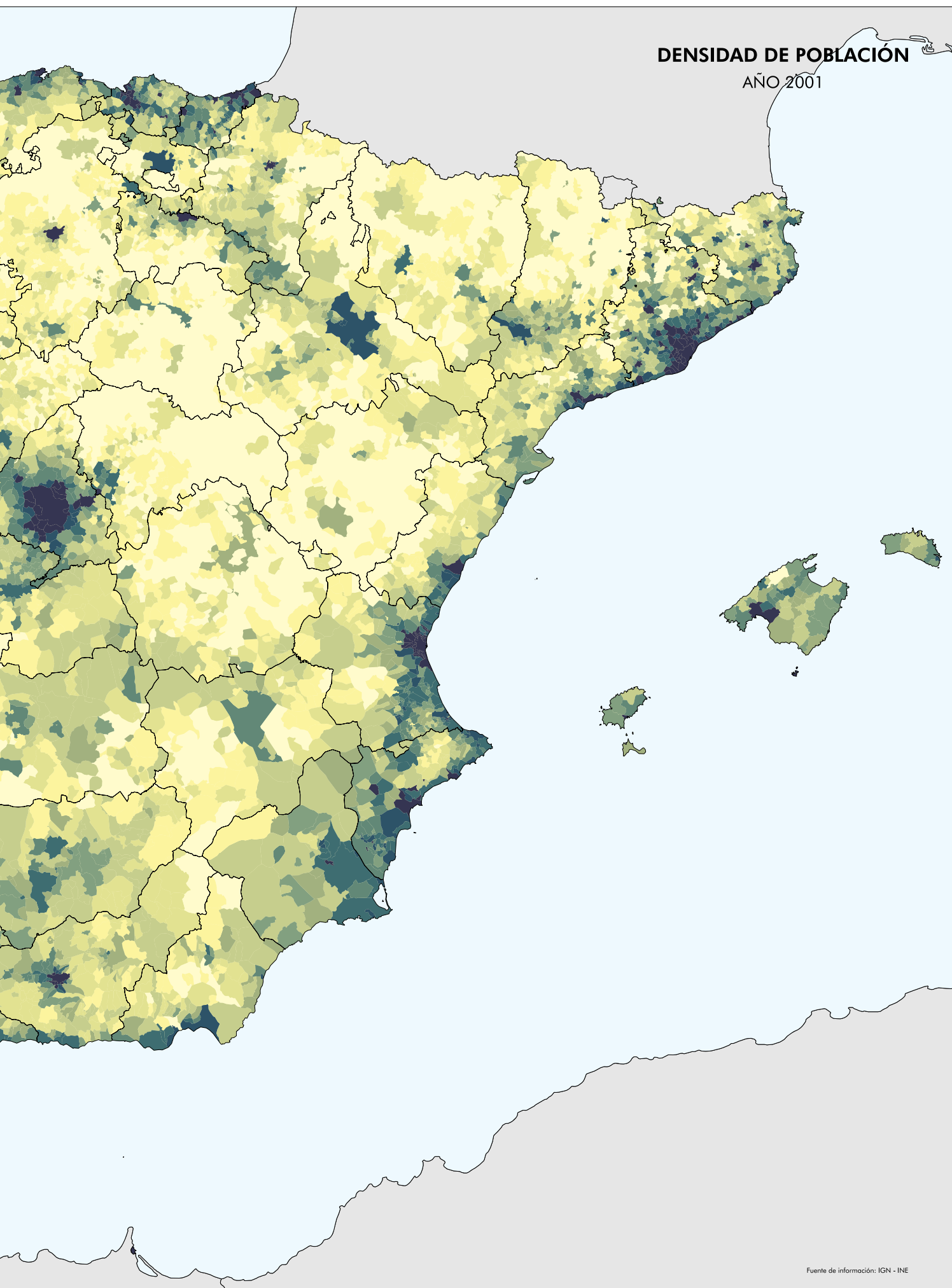
Mapa 4 61: Densidad de población, escala municipal, 1981.



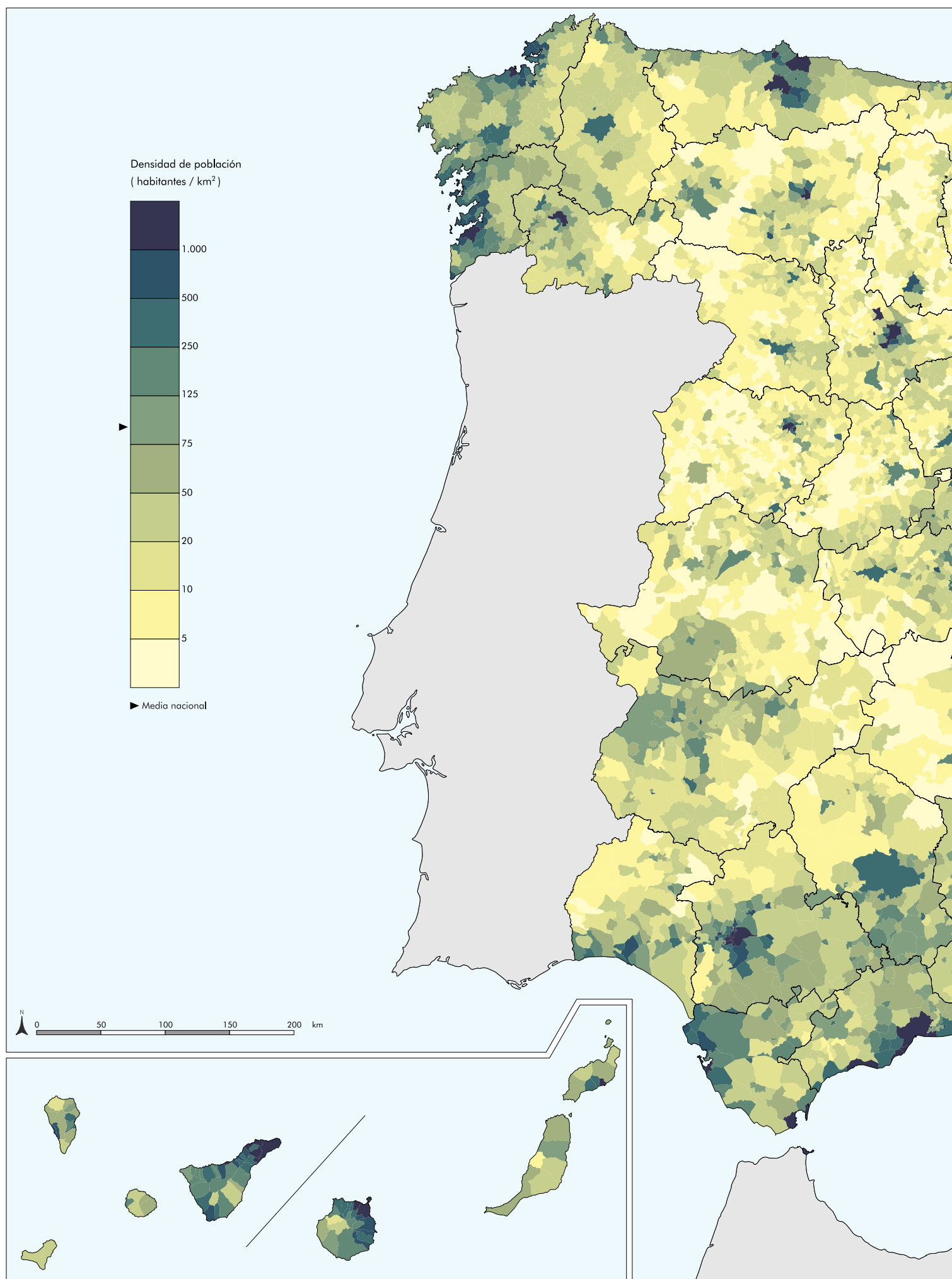


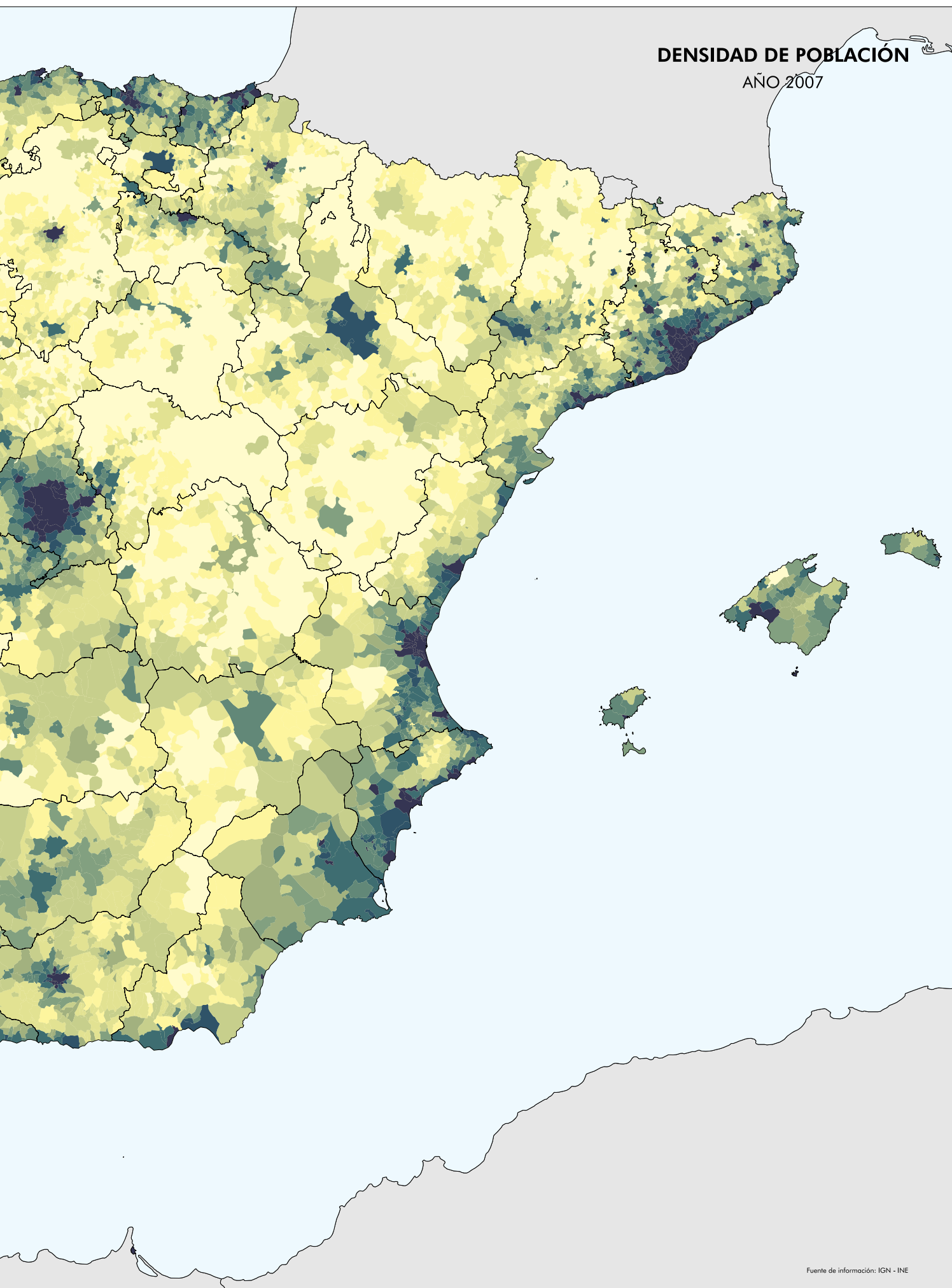
Mapa 4 62: Densidad de población, escala municipal 1991.





Mapa 4 63: Densidad de población, escala municipal, 2001.





Mapa 4 64: Densidad de población, escala municipal, 2007.

El censo de 1960 ya registra cambios importantes en cuanto a localización de la población. La densidad española pasa de 51,4 a 60,4 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que representa un avance importante. Las provincias interiores como Burgos, Cáceres, Lleida, Segovia, Zamora y alguna otra, crecen en proporción inferior a la media nacional lo que de hecho significa que pierden peso en el conjunto nacional. Las que verdaderamente crecen muy por encima de la media nacional son otra vez las mismas, con un Madrid que pasa de 196,8 a 324,7; Barcelona de 249,9 a 372,4; Vizcaya, de 230,5 a 340,3; Guipúzcoa de 167,5 a 241,6; que junto a Asturias, las dos provincias canarias y Cádiz experimentan crecimientos espectaculares en línea con los diferentes procesos de desarrollo industrial que en ellas se estaban operando apoyadas en los Planes de Desarrollo, la siderometalúrgica, la minería y los astilleros.

Durante el año 1981 se produce un fuerte incremento de la población española. La densidad media asciende desde 60,4 hasta 74,6 con un crecimiento cercano al veinticinco por ciento. Al contrario de lo que había sucedido en los periodos anteriores en los que las provincias interiores o habían mantenido su población o habían crecido moderadamente aunque por debajo de la media nacional, ahora experimentan descensos importantes. Esto las aleja todavía más de los grandes centros del crecimiento económico español donde no solo se concentran los mayores contingentes urbanos nacionales, sino que a ellos se desplaza también su población más joven y mejor preparada. Soria, la provincia española de menor densidad, pasa de 14,3 a 9,6; de igual forma, aparecen toda una serie de provincias interiores que se desvitalizan de forma casi irrecuperable muy por debajo de cifras de densidad que se considera pueden ejercer un control efectivo sobre el territorio. Teruel pasa a tener 10,2 Cuenca de 18,4 pasa a 12,2 habiendo perdido uno de cada tres de sus habitantes de 1960.

En el otro extremo, los territorios insulares, los mediterráneos, parte del Valle del Ebro, la Galicia litoral y Madrid experimentan crecimientos muy fuertes que son parcialmente resultado de su dinámica natural al contar con poblaciones en edad de reproducirse, pero sobre todo resultado de un proceso migratorio desde las provincias interiores o territorios de montaña que envían a la ciudad sus gentes más jóvenes, con lo cual las diferencias que se generan acaban estableciendo un nuevo tipo de dualidad funcional que pervive 25 años más tarde, aunque vayan limándose diferencias.

El censo de 1991 lleva las densidades españolas hasta los 77,9 frente a los 74,6 de diez años antes. El crecimiento es mínimo y la misma tónica se mantendrá hasta 2001 cuando se alcancen los 81,3. En estas dos décadas las provincias interiores o los espacios con fuerte componente de montaña media, en definitiva los espacios de carácter más rural, se mantienen relativamente estables en parte gracias a los retornos por jubilación de los emigrados en los años sesenta, aunque la tendencia sigue siendo negativa. Soria vuelve a ser la de menor densidad de las provincias españolas y pasa de 9,13 a 8,9 en 1991 y 2001 respectivamente. Comportamiento demográfico similar

se registra en casi toda Castilla y León, Castilla La Mancha, buena parte de Aragón, la Galicia interior y Extremadura, mientras que los espacios insulares, especialmente las dos provincias canarias, Madrid, Valladolid y las provincias del eje del Ebro mejoran sus contenidos de población.

De 2001 a 2007 la inmigración extranjera incrementa el ritmo de crecimiento de la población española e incluso se produce un cambio de signo en la tendencia de las provincias interiores que, aunque tímidamente, comienzan a incrementar sus efectivos poblacionales aunque siga la tendencia a la concentración demográfica en la costa y en los grandes espacios urbanos del país.

El análisis a la escala municipal refleja las tendencias generales descritas para las provincias, y es paralelo al realizado para los municipios en base a la representación de la población total en cifras absolutas.

De esta forma cabe destacar como característica principal el cambio en el patrón de asentamientos, de manera que se pasa de un estadio en el que la distribución demográfica es más homogénea y equilibrada a otro en el que los fenómenos de concentración demográfica tanto en los ámbitos de carácter urbano, especialmente las grandes ciudades; como costero, principalmente el litoral mediterráneo protagonizan las nuevas distribuciones de la población, en las que la España rural se ha ido despoblando progresivamente y los municipios de carácter mediano y pequeño han ido perdiendo vitalidad hasta alcanzar cifras casi irrecuperables, situación que se acentúa si se tiene además en consideración las elevadas tasas de envejecimiento que los definen.

Otro de los fenómenos a destacar es el crecimiento negativo que presentan algunos de los municipios en los que se localizan ciudades como Madrid, Barcelona o Granada. Debe considerarse que este fenómeno se halla condicionado por la extensión de los municipios concretos, los 605 km² de Madrid, los 98 km² de Barcelona y los 88 de Granada han sido desbordados a favor de las entidades adyacentes, hecho que no ha sucedido en otros ámbitos como el zaragozano que dispone de mayores dimensiones municipales, 1.063 km², lo que le ha permitido contener el crecimiento dentro de los límites administrativos.

Las cifras de densidad de población están condicionadas por el tamaño de cada uno de los municipios, por lo que los datos extremos y la consideración absoluta de los valores a esta escala pierden su representatividad, sin embargo cabe mencionar dos umbrales que por su relevancia pueden resultar significativos.

- En el marco de la Unión Europea aquellas entidades cuya densidad de población no sobrepasa los cinco habitantes por kilómetro cuadrado adquieren consideración de desierto demográfico, en la España de 1900 tan solo 74

municipios se encontraban por debajo de ese umbral, sin embargo la situación es radicalmente diferente en 2007 cuando más de 1.700 entidades no sobrepasan los 5 habitantes por kilómetro cuadrado.

- La segunda de las cifras a considerar es el límite por encima del cual se puede considerar que una entidad tiene capacidad de realizar funciones urbanas de organización territorial. En España esa cifra se establece en 250 habitantes por kilómetro cuadrado. La concentración de la población en las grandes ciudades se pone de manifiesto al comparar la cantidad de municipios con cifras de densidad superiores a 250 entre 1900 y 2007 ya que ha experimentado un crecimiento de más del 300 por cien, pasando de 200 a 700 entre ambas fechas.

Vale la pena además, subrayar la complementariedad existente entre las escalas provincial y municipal, pues aunque en ambas se registra el vaciado del centro a favor de la periferia costera la desagregación municipal sirve para recalcar mejor las nuevas distribuciones urbanas acercándose a las renovadas cuencas de vida que desbordan ampliamente los núcleos centrales.

- C) Elementos positivos:** Cabe mencionar a este respecto la capacidad extraordinaria de la combinación entre implantación superficial y valor para transmitir relaciones ordenadas que resultan de fácil lectura para el receptor del mapa, de manera que convierten la cartografía en documentos sencillos e intuitivos que facilitan la comprensión a nivel general de la situación demográfica de un territorio sin necesidad de una inversión excesiva en tiempo y esfuerzo.
- D) Elementos mejorables:** Las limitaciones de la trayectoria 25 a la hora de presentar los resultados engarzan sobre todo con las diferencias de tamaño de las distintas provincias que llevan, por ejemplo, a que Ceuta y Melilla, con superficies del tamaño de una ciudad media, ofrezcan siempre los valores más elevados pues responden más al concepto de densidades urbanas, o cuando menos municipales, que al de valores provinciales. De igual forma sucede en la representación a escala municipal, en el modo en el que se ha señalado por ejemplo para municipios urbanos, en los que la diferencia de crecimiento viene determinado no por la diferencia de población si no por las dimensiones de cada entidad.
- E) Posibles alternativas:** La representación de la densidad en los términos expuestos, tal y como se ha señalado al principio del comentario, es uno de los mapas de obligada inclusión en el análisis demográfico, por lo que no se presentan opciones alternativas.

4.2.4. Las composiciones complejas en demografía, la visualización de tres variables reales y dos tipos de implantación

El empleo de composiciones cartográficas que utilicen diferentes trayectorias permite generar documentos de carácter más complejo en el que se integra la representación conjunta de diversas variables reales que por su temática resultan complementarias o explicativas unas respecto a las otras.

La concepción de este tipo de cartografía es un proceso complicado en el que el *saber hacer* del geógrafo ha de llevarlo a combinar variables reales de diferente naturaleza cada una de las cuales requiere un tipo de trayectoria cartográfica que en ocasiones coincide por lo que es preciso seleccionar otra que permita igualmente su visualización, si no de forma óptima, si adecuada.

4.2.4.1. Las composiciones demográficas en el marco de series provinciales: La tasa de fecundidad

(Vid. Mapa 4-65, Mapa 4-66, Mapa 4-67, Mapa 4-68, Mapa 4-69 y Mapa 4-70)

| TASA DE FECUNDIDAD | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Fecundidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | F |
| Número total de mujeres | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Mujeres entre 15 y 49 años | Cuantitativa | Absoluta | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 30 | |

A) **Comentario cartográfico:** La serie consta de seis mapas a escala provincial, cada uno de los cuales presenta tres variables demográficas:

- La **Tasa media de Fecundidad** emplea la trayectoria 27, es una variable cuantitativa medida en tantos por mil, es decir, en escala absoluta entre los valores cero y mil. Dado que las cifras se refieren a cada una de las provincias se utiliza la capital de las mismas para representarlas por lo que su visualización óptima va vinculada a implantación puntual, preferiblemente codificada por la combinación de valor y color a través de una leyenda secuencial que parte de tonos amarillos para acabar en granates oscuros.
- La variable contextual, es decir la que sirve de marco de referencia en términos de cifras absolutas es el **Total de Mujeres**, la selección de esta variable y no de la población total responde al hecho de que la fecundidad es una característica física exclusivamente femenina. La incorporación de esta variable a través de implantación puntual graduada volumétricamente por tamaño, es decir de la secuencia 20, permite al lector hacerse una idea de la población sobre la que se está trabajando, que es tan solo una parte de la total.

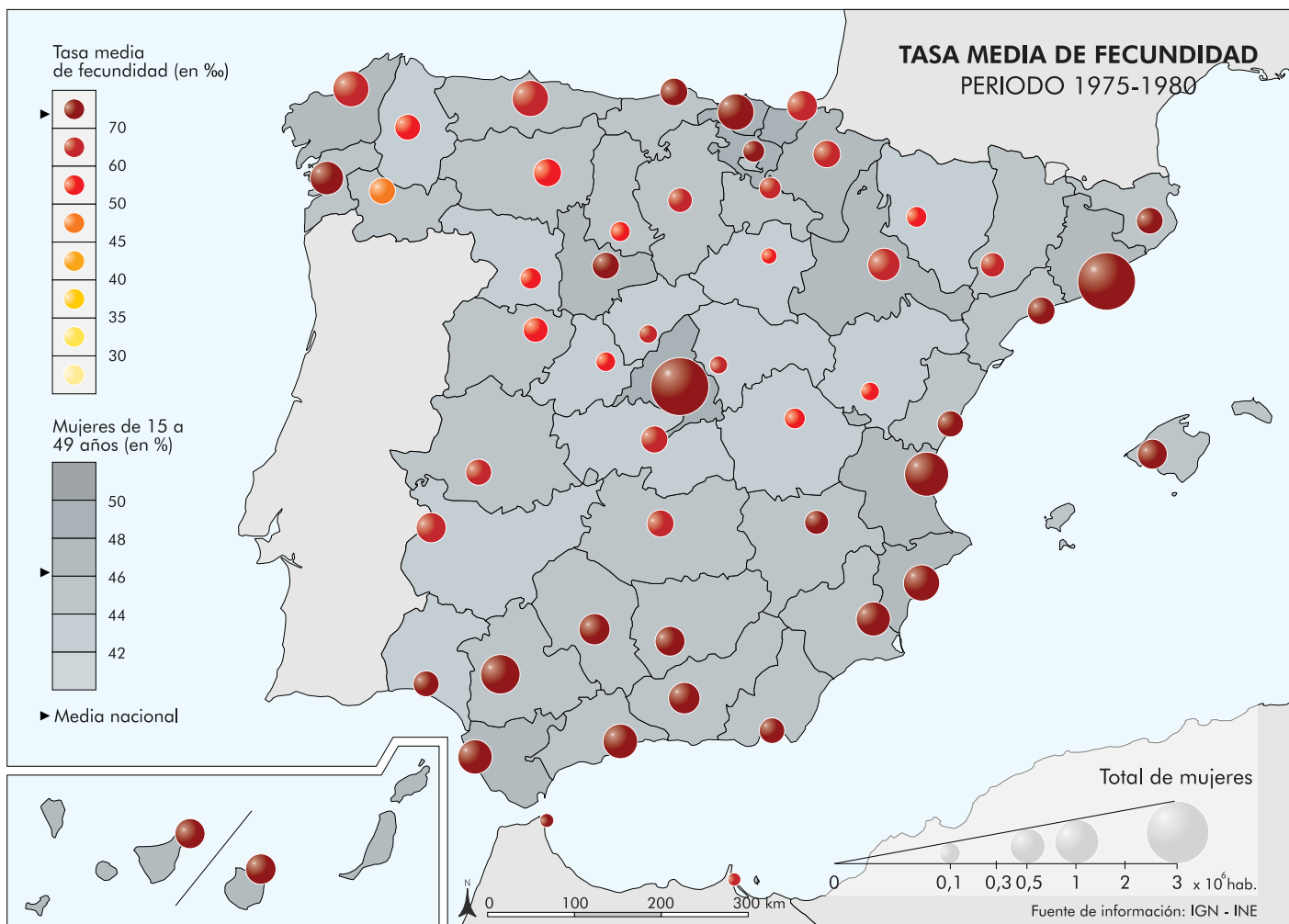
La última variable contenida en el mapa es el **Porcentaje de mujeres cuya edad se encuentra entre los 15 y 49 años**, la formulación de la Tasa de fecundidad hace referencia a este segmento concreto de la población, por lo que se entiende que la inclusión del mismo en el documento apoya una lectura más completa. El problema surge cuando se pone de manifiesto que la trayectoria óptima de representación para esta variable coincide con la que resulta óptima para la Tasa de fecundidad. Entendiendo que es ésta última la información principal, se ha optado por cederle el lugar de honor, es decir la trayectoria teóricamente más correcta y con más significación visual que en este caso corresponde con la 27. Por lo tanto deben buscar las opciones alternativas que quedan para que el porcentaje de mujeres entre 15 y 49 años pueda ser representado en el mismo documento.

Este proceso desemboca en el empleo de la trayectoria 30: las características de la secuencia de análisis son las mismas que para la Tasa de Fecundidad, naturaleza cuantitativa y escala de medida absoluta por lo que la diferencia se encuentra en la secuencia de decisión, en la que se opta por la implantación superficial graduada mediante el valor. En este caso se emplea una escala de grises que no distrae la atención del lector de la variable principal por ser tonos neutros pero que permite la inserción de esta variable secundaria en la cartografía a modo de información adicional.

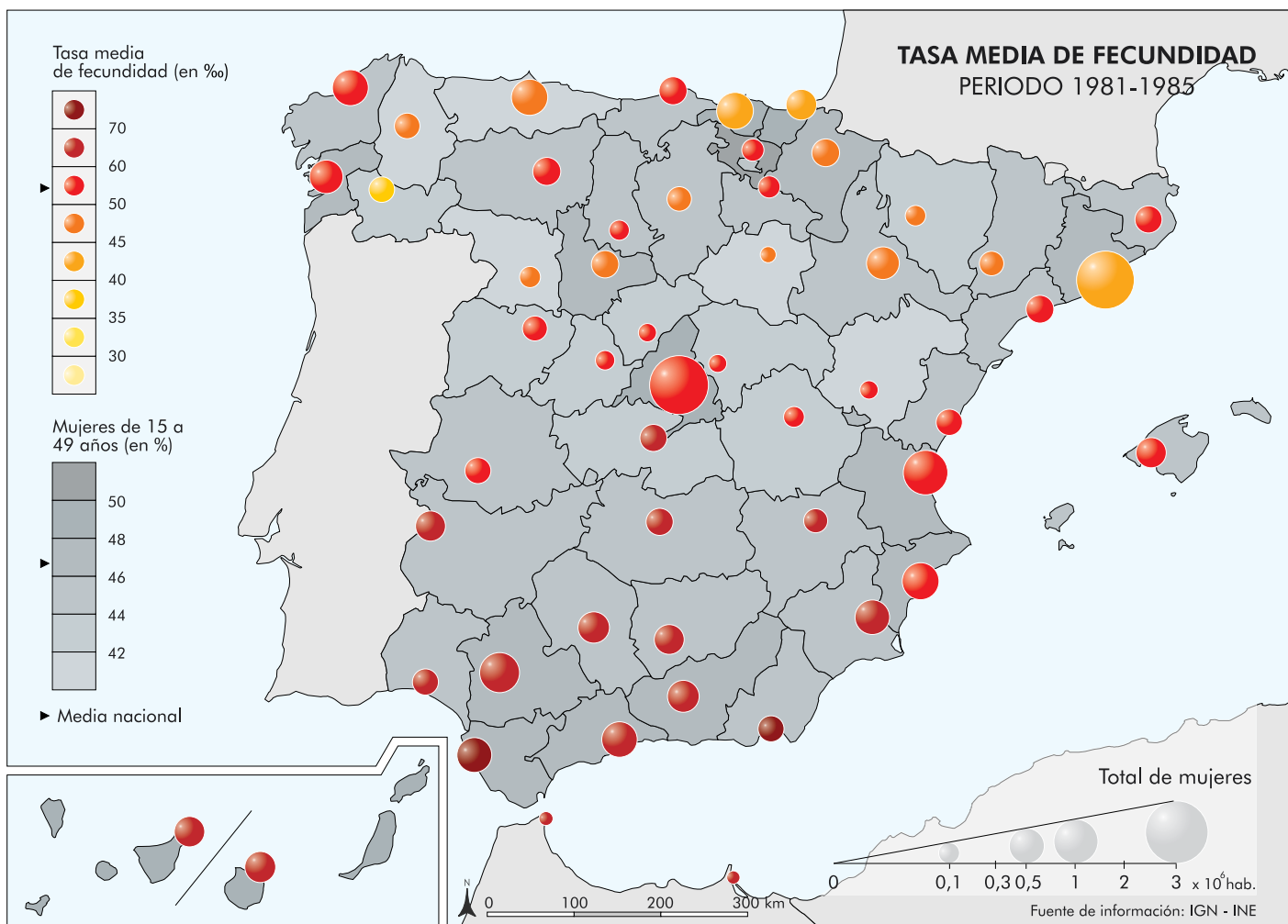
La inclusión de esta variable responde al hecho de que en un marco teórico ideal la existencia de un porcentaje mayor de mujeres en edad de reproducción remite a una situación en la que la fecundidad es potencialmente mayor.

La representación de composiciones con tantas variables implica necesariamente inclusión de tres leyendas diferentes lo que lleva a reconsiderar la localización de los diferentes elementos dentro del mapa: la escala, la fuente... La consideración de serie permitiría la utilización de un solo conjunto de leyendas para todos los mapas, pero se ha estimado mejor opción incorporar las tres leyendas en cada uno de los mapas con vistas a que estos puedan ser empleados de manera independiente aunque pierdan significación. La escala gráfica y la numérica han sido desplazadas buscando una mejor adecuación del espacio disponible a todos los elementos de obligada incorporación.

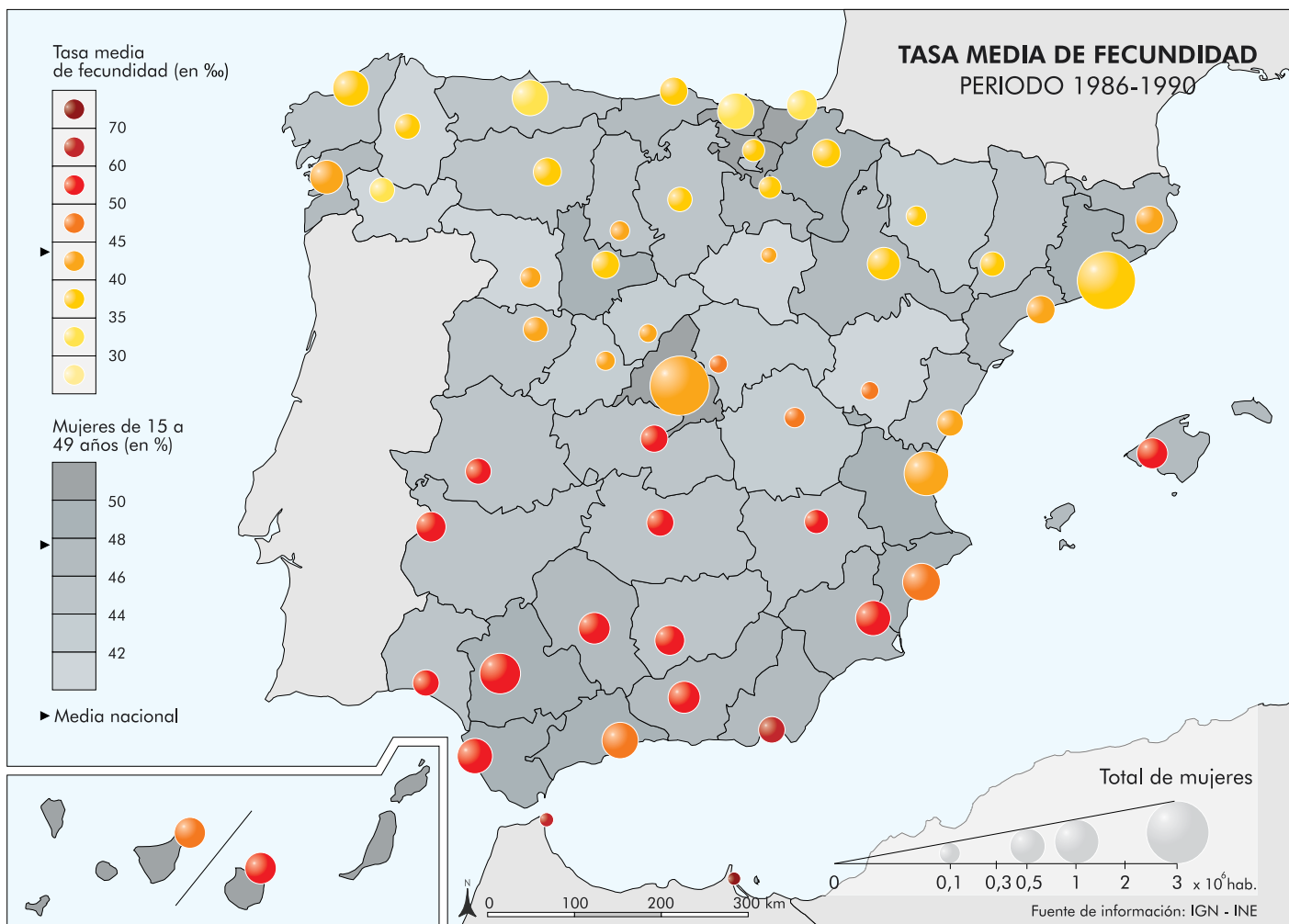
La serie se divide, ya ha sido mencionado, en seis mapas cada uno de los cuales recoge la media de las variables representadas en un lustro siendo recogidos los siguientes periodos: 1975-1980; 1981-1985; 1986-1990; 1991-1995; 1996-2000 y 2001-2004 dado que es la última fecha de la que se disponía de información en el momento de realización de la cartografía. La selección de este periodo, 1975-2004, permite ver un cambio completo de ciclo en lo que a fecundidad se refiere.



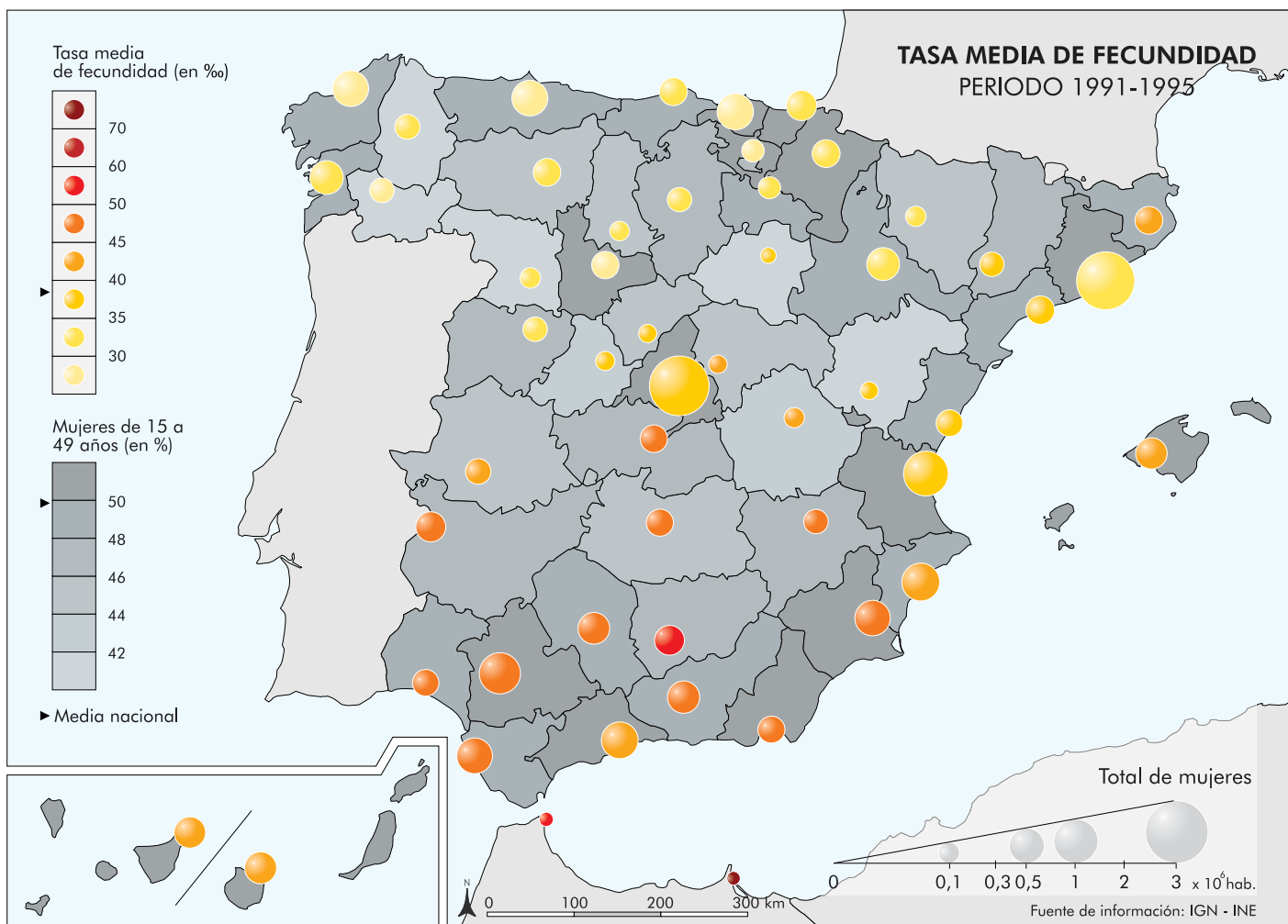
Mapa 4 65: Tasa de fecundidad, escala provincial, 1975-1980.



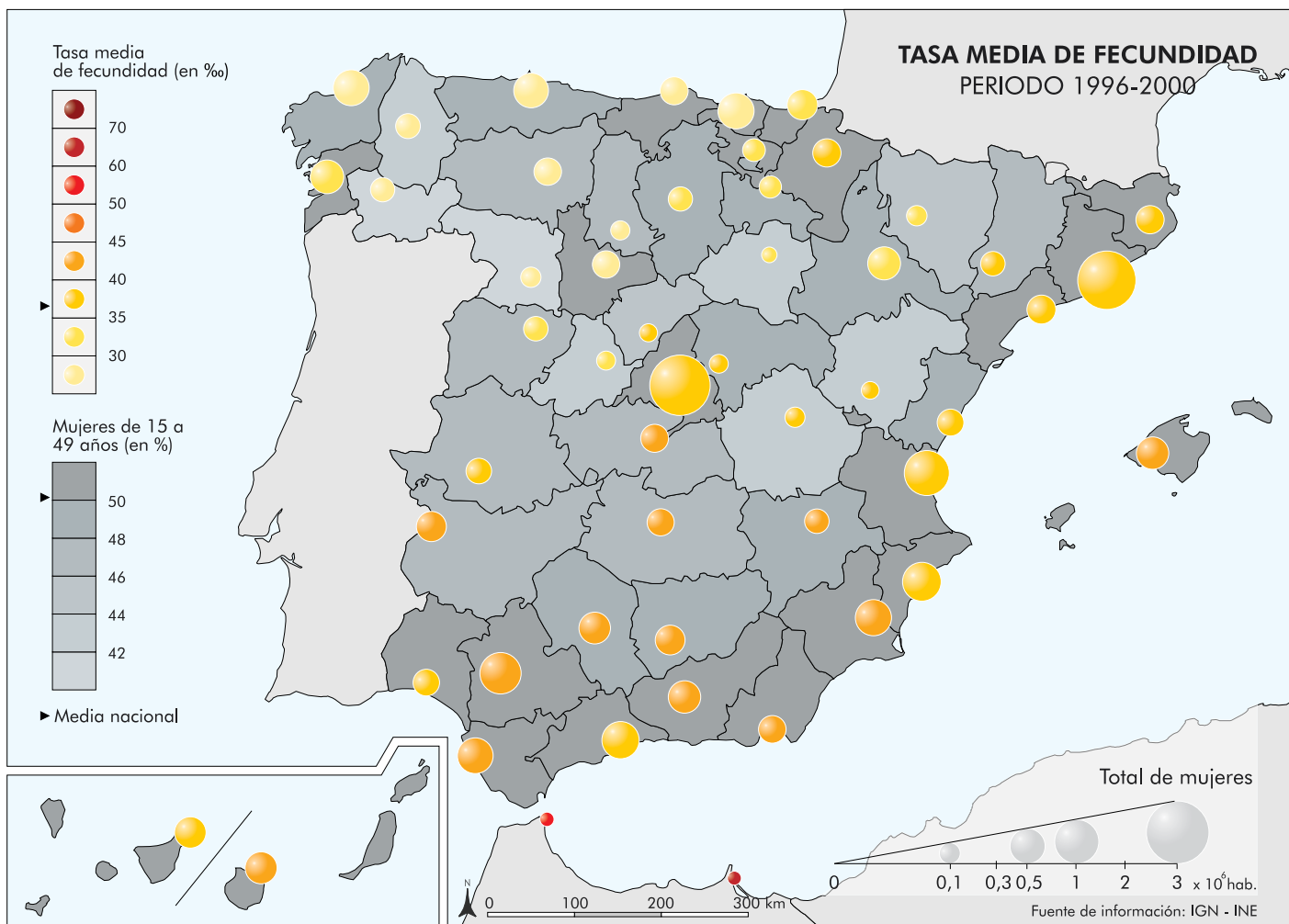
Mapa 4 66: Tasa de fecundidad, escala provincial, 1981-1985.



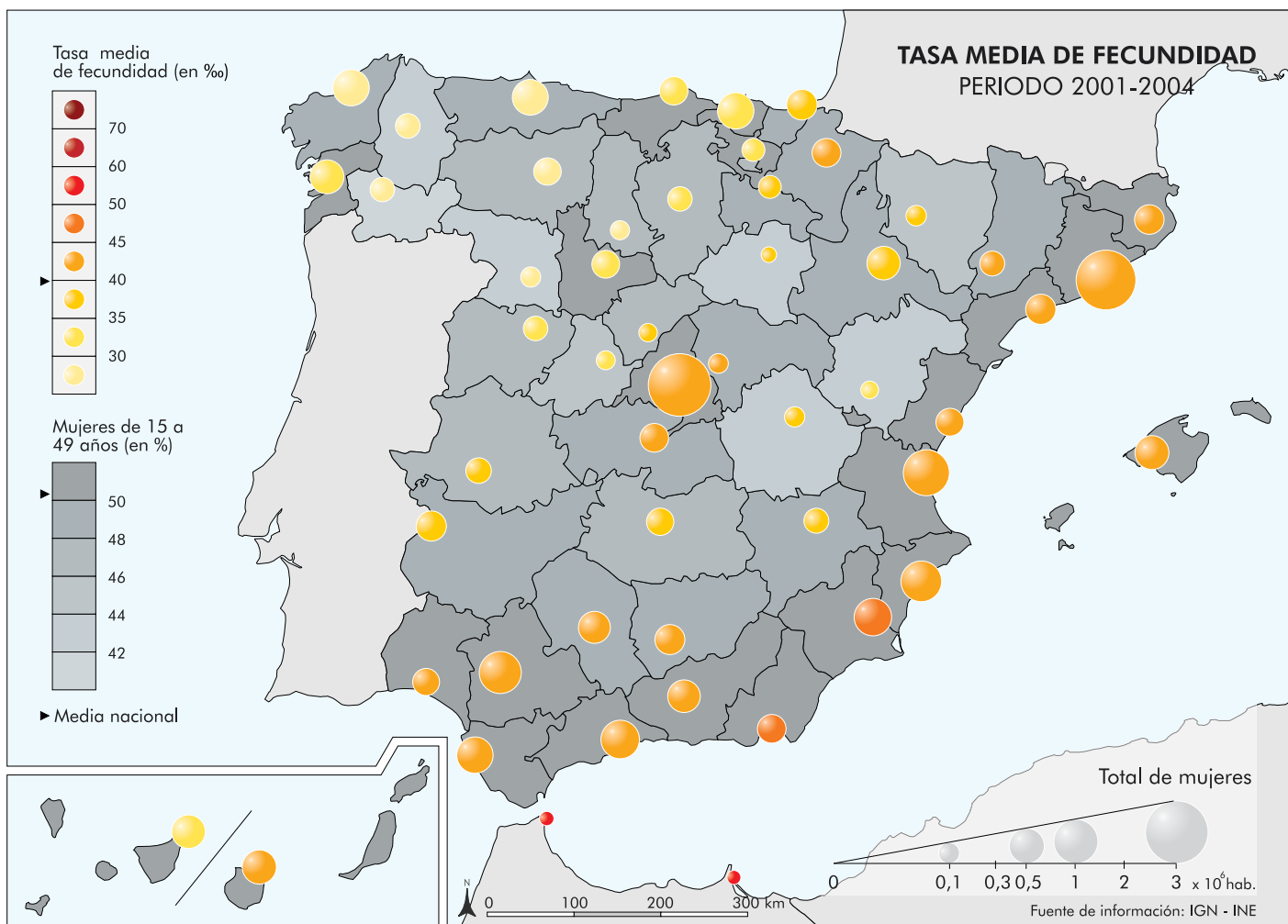
Mapa 4 67: Tasa de fecundidad, escala provincial, 1986-1990.



Mapa 4 68: Tasa de fecundidad, escala provincial, 1991-1995.



Mapa 4 69: Tasa de fecundidad, escala provincial, 1996-2000.



Mapa 4 70: Tasa de fecundidad, escala provincial, 2001-2004.

B) Análisis geográfico: En el primer quinquenio considerado se parte de valores medios nacionales de 73,55 nacidos anualmente por cada mil mujeres comprendidas entre 15 y 49 años, mientras que el último lustro concluye con valores del 39,37 después de haber pasado por valores todavía más bajos que llegaron a 36,35 por mil los últimos cinco años del siglo pasado. Considerando la totalidad del periodo y el conjunto de las provincias, la cifra más alta fue la de Cádiz entre 1975-1980 cuando estuvo cercana a los cien nacimientos anuales por cada mil mujeres (96,92) y la más baja Asturias en el lustro final del siglo XX, cuando este mismo grupo de mujeres en edad de procrear tan solo alumbró 24 niños al año por cada mil de ellas. (24,10) La consecuencia inmediata de este decremento de la fecundidad es el cambio en la estructura de edades con una disminución de los niños y un incremento porcentual progresivo de los estratos superiores.

El periodo 1975-1980 es el que registra los valores más elevados de fecundidad. La media nacional supera los 73,5 nacidos vivos por cada mil mujeres de 15-49 años, pero desglosando por provincias aparecen valores como el precitado de Cádiz (96,9) que siempre se ha caracterizado por su alta natalidad y fecundidad, orlado por una serie de provincias andaluzas con valores próximos al 90: Almería, Málaga, Huelva, Sevilla, entre otras y los altos valores tienen continuidad por el litoral mediterráneo, donde Murcia (88,6) y Alicante (81,7) sobresalen también por sus valores elevados, que se suavizan en Valencia (77,06) y Castellón (64,68) y vuelven a resurgir en Tarragona (76,95) al amparo de la industria petroquímica y el desarrollo turístico de sus costas. Como espacios de fecundidades elevadas aparecen también las provincias africanas, especialmente Ceuta, con un 81,17.

Se marca una abierta contraposición entre las provincias gallegas occidentales, con una fecundidad más elevada y la Galicia interior que recoge los mínimos de España en Ourense con 45,09. Se compartían en aquellas fechas cifras similares a las de la España anterior sin excesivos horizontes de desarrollo y es que, como decía Marañón, en buena medida, los niños se conciben cuando existen proyectos de futuro.

En el periodo 1981-1985, la tasa de fecundidad reduce fuertemente su recorrido. Si en el quinquenio anterior, el recorrido de la variable era de 51,83 puntos, ahora se reduce a 37,88, la diferencia entre los 75,35 de Cádiz y los 37,47 de Ourense, lo que prueba que la dispersión respecto a la media disminuye aunque sigan existiendo diferencias todavía muy fuertes que irán paliándose en periodos sucesivos a medida que la media nacional, ahora de 54,5, vaya adquiriendo valores todavía más reducidos.

Algo de eso sucede ya en el quinquenio siguiente, entre 1986 y 1990, cuando la media nacional pierde más de 10 puntos pasando al 44,36 y reduciendo todavía más la amplitud del recorrido de la variable (37,3) que queda ahorquillado entre el valor 70,21 de Melilla y el cada vez más exiguo de Ourense (32,91). Debido a ello, el mapa experimenta un cambio de tonalidades. La mitad septentrional española queda toda

ella con valores por debajo del 40 o cuando mucho el 45 por lo que se configura en amarillos, mientras que la mitad meridional es la que registra los valores más elevados, codificados en tonos rojizos, incluyendo todas las provincias insulares y africanas y dejando en medio una zona de separación que va de Madrid a Valencia con valores similares a la media española ligeramente superiores al 40, lo que remite a tonos anaranjados.

Casi la misma distribución pero con una nueva disminución generalizada de los valores aparece el mapa del periodo 1991-1995 en el que la media española desciende hasta el 38,27. También desciende el recorrido de la variable comprendido ahora entre el engañoso 71,15 de Melilla y el 59,4 de Ceuta, ambas muy alejadas del correspondiente a la tercera provincia española de mayor fecundidad que es el 52,5 de Jaén y el 26,02 de Asturias embarcada en pleno proceso de reconversión industrial.

El mapa resultante vuelve a presentar una mitad septentrional con la casi totalidad de sus valores por debajo del 35, con la excepción de algunas provincias catalanas, y una mitad meridional con valores por encima del 45, englobando igualmente los espacios insulares y por supuesto las provincias africanas. De nuevo una franja central, de valores cercanos a la media española, matiza la transición. Las tonalidades rojas comienzan a desaparecer del mapa dejando paso a los naranjas y amarillos que hablan de fecundidades mucho menores.

El periodo 1996-2000 todavía alcanza valores más reducidos, pero ya los descensos de cifras están más suavizados. La media española alcanza su punto más bajo con un 36,35. El recorrido se amplía un poco al acoger los 61,92 de Melilla o los 53,08 de Ceuta, pero Jaén, la tercera, solamente tiene 44,35 y Asturias, mínimo de toda la serie, no puede descender mucho más allá de sus cifras anteriores, quedándose en un exiguo 24,1. El resultado final de la presentación del mapa es que las diez provincias españolas con valores inferiores a 30 se sitúan todas en la mitad septentrional al igual que sucede con las otras veinte cuyos valores se mueven entre 30 y 35. Hay una clara diferenciación en cuanto a las pautas de fecundidad que aumentan con la proximidad del Mediterráneo o las latitudes más bajas, si bien haya de advertirse que Navarra, en el norte, tiene valores más elevados que la media nacional.

Los primeros años del siglo XXI evidencian un cambio de tendencia no tanto en cuanto a las pautas de fecundidad -que siguen siendo bajas y prueba de ello es que las provincias donde la presencia de inmigración extranjera es muy reducida, siguen moviéndose en las mismas cifras anteriores- sino en cuanto a los resultados finales, pues de alguna manera las composiciones demográficas resultantes se benefician de la reposición de la base de la pirámide. El mapa que recoge estas modificaciones vuelve a hablar de dos mitades, pero si antes la división seguía nítidamente la línea de los paralelos, ahora hay una mitad suroriental, no exactamente mediterránea, pero si con una componente muy clara de sus influencias, que experimenta incrementos, mientras

que la mitad noroccidental, menor en cuanto a superficie y efectivos, continua descendiendo o al menos moviéndose en cifras mucho más bajas.

Se ha realizado el comentario general siguiendo la trayectoria de la Tasa de Fecundidad, entendiéndola como la variable principal de esta serie, sin embargo cabe reflexionar aunque sea de una forma más somera sobre la evolución del porcentaje de mujeres comprendidas entre los 15 y 49 años y por tanto en edad de reproducción. Ya desde las primeras fechas consideradas se establece una ligera dicotomía entre las provincias interiores, exceptuando Madrid, y las costeras. Esta tendencia se va reforzando a lo largo del tiempo en algunas de las provincias con menor dinámica demográfica y mayor componente de ruralidad como puede ser Teruel, Soria, Cuenca u Orense. Las provincias litorales mediterráneas configuran ya desde principios de los años 90 una orla de cifras más elevadas que la media nacional que se consolida con el paso del tiempo.

Una mayor proporción de mujeres en edad de reproducción no necesariamente es reflejo de tasas altas de fecundidad, al modo que sucede en la costa cantábrica, en Navarra y en el País Vasco; no obstante lo cierto es que aquellas provincias con tasas más altas si que presentan elevados porcentajes de féminas entre los 15 y los 49 años, como es el caso de las provincias andaluzas. Este patrón se queda invalidado a partir de mediados de los 90, cuando provincias como Valladolid con una proporción de mujeres entre 15 y 49 (52,54) superior en 2 puntos a la media nacional (50,77) presenta valores de fecundidad notablemente inferiores, 28,1 para Valladolid respecto a una media nacional de 36,35. Cabe mencionar los siempre altos valores insulares, tanto de Canarias como de Baleares.

- C) Elementos positivos:** La utilización de series cartográficas en las que todos los mapas son comparables entre si supone por si mismo uno de los elementos positivos a destacar puesto que requiere una inversión de tiempo en el diseño tanto de las leyendas como de ajuste entre los diferentes elementos que conforman los mapas.

Cabe destacar por otra parte la elección de una leyenda secuencial para la Tasa de fecundidad que degrada el rojo hasta llegar al amarillo pasando por las tonalidades naranjas. En la gran mayoría de los mapas estos tres colores (rojo, naranja y amarillo) aun formando parte de una secuencia cromática permiten establecer en España una distinción clara de comportamientos, casi de carácter nominal.

El mapa del periodo 1986-1990 muestra la dicotomía amarillos en el Norte y rojos en el sur, pasando por una franja intermedia de naranjas en el centro peninsular, por otro lado el patrón es el mismo entre 1991-1995 pero en este caso la división se produce entre amarillos al Norte y Naranjas al Sur manteniéndose, aunque menos saturada, en los dos últimos periodos.

Otra elección acertada ha sido la aplicación de colores neutros para la visualización de la segunda variable, de forma que no interfiera en la lectura de la primera y mantenga la jerarquía visual permitiendo el apoyo temático a la interpretación que brinda el conocimiento del porcentaje de mujeres en edad de reproducción. La selección de los intervalos partiendo, por arriba, del cincuenta y descendiendo en bloque de dos por ciento, permite conocer en un primer momento si al menos la mitad de las mujeres se encuentran en edad de reproducción o la cifra es inferior a ese umbral, que puede considerarse significativo. El punto intermedio se ha fijado en 46 por ciento, que corresponde con la cifra de mujeres entre 15 y 49 años existente en el momento en el que se dio en España una mayor Tasa de Fecundidad.

La inclusión de todas las leyendas en la caja del mapa puede considerarse también un punto positivo, aun asumiendo que puede generar una impresión estética de excesivo abarrotamiento, se considera necesaria para facilitar la lectura de cada mapa sin tener que desviar la mirada del mismo y poder utilizarlos de manera independiente extrayéndolos de la serie de manera sencilla.

D) Elementos mejorables: Posiblemente el principal defecto de esta serie cartográfica reside en la longitud de las leyendas tanto de la trayectoria 27 como de la 30.

- La leyenda de la trayectoria 27 es secuencial discretizada por combinación de color y valor desde granate oscuro a amarillo claro, mediante la utilización de ocho intervalos. Una secuencia tan larga no es aconsejable, pero podría mantenerse para mapas coropléticos en los que las superficies son mayores, es posible percibir con mayor facilidad las diferencias de tono y los colores se emplean de forma plana. Sin embargo la aplicación del color sobre esferas, como es este caso, no permite la distinción de matices en elementos simbólicos pequeños especialmente en el tramo correspondiente a los amarillos. De este modo habría sido más adecuado elegir un número inferior de clases preferiblemente cinco o seis, que se encuentra más cercano a los umbrales de percepción del ojo humano.
- La otra leyenda cuya longitud es probablemente excesiva hace referencia a la trayectoria 30, que codifica superficialmente el porcentaje de mujeres en edad de reproducción. En este caso se utilizan 6 intervalos, con diferencia entre ellos de un dos por ciento en la variable real. Se ha empleado una escala de grises ligeramente amarronados para evitar la confusión con el gris de los otros países que entran en la caja (Portugal, Francia, Marruecos...). La secuencia cromática no es demasiado contrastada para generar un efecto de neutralidad en la leyenda, lo que quizá se ha potenciado en exceso no manteniendo el umbral mínimo de diferenciación necesario entre clases. Siendo que se ha asumido esta como una variable complementaria y no principal en el mapa y su tratamiento se ha diseñado en base a esa premisa

quizá habría sido suficiente el empleo de cuatro, máximo cinco, intervalos que, aunque aportaran menos información favorecieran una lectura más sencilla de la variable secundaria, lo que además liberaría un poco más el espacio dentro de la caja de referencia.

E) Posibles alternativas: La principal opción alternativa en este caso es evidente: representar las diferentes variables reales, especialmente la Tasa de Fecundidad y el Porcentaje de mujeres en edad de reproducción en dos mapas diferentes, cada uno de los cuales pueda utilizar la trayectoria óptima que requieren estas dos variables: la 27. La ventaja de la segregación en dos mapas diferentes está ligada a una representación más correcta y a la posibilidad de presentar mayor información de cada uno de los indicadores, sin embargo la comparación entre ambos y la posibilidad de establecer relaciones sería más complicada.

4.2.4.2. Las composiciones demográficas aplicadas a escala municipal: La actividad económica en España

(Vid. Mapa 4-71)

| ACTIVIDAD ECONÓMICA | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Peso del Sector Terciario | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | D |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |
| Actividad predominante no Terciaria | Cualitativa | Nominal | Superficial | Color | 6 | |

A) Comentario cartográfico: En este caso se presenta un solo mapa singular en el que a través de la composición D se codifican tres variables:

- **Población total:** Al igual que en otros muchos de los documentos cartográficos presentados en esta propuesta, se considera la población total como un marco adecuado de referencia que permite contextualizar correctamente las situaciones. De igual modo que en anteriores circunstancias se ha recurrido a la trayectoria 20, en la que la población total, que es una variable cuantitativa medida en escala de razón, se representa mediante símbolos puntuales a través de la variable visual tamaño cuyo dimensionamiento es volumétrico para permitir una visualización mejorada de los municipios de menor entidad.
- **Peso del sector terciario:** Entendido como el porcentaje de las personas ocupadas en un municipio que trabajan en el sector terciario, es un indicador de naturaleza cuantitativa que se mide en escala absoluta con un rango entre 0 y 100. La trayectoria seleccionada para su codificación es la 27, en la que se

emplea implantación puntual para poder superponerse con la representación por tamaño de la población total. Se escoge como variable visual la combinación entre valor y color, codificada a través de una leyenda divergente en torno a la media nacional con tres intervalos por encima de la misma para los que se utilizan colores cálidos y seis por debajo caracterizados con colores fríos.

La distribución de las frecuencias en esta variable presenta una distribución normalizada en torno a su media, que no entorno a la media nacional (*Vid. Gráfico 4-5*), en la que los intervalos se establecen de manera diferente, por encima y debajo de la misma. En el gráfico se muestra el histograma de la variable y sobre él se indica en líneas discontinuas la localización de los umbrales de ruptura entre intervalos. Las clases superiores se han reducido a tres debido a que aparecen menos municipios por encima de la media nacional que por debajo. Entre cada clase tan solo hay una diferencia del cuatro por ciento lo que presta a un análisis más exhaustivo que el realizado en los intervalos situados en la parte baja de la leyenda. En éstos, codificados en verde, la distancia entre clases es de un seis por ciento lo que permite abarcar en un número adecuado de intervalos todo el rango inferior a 63,53.

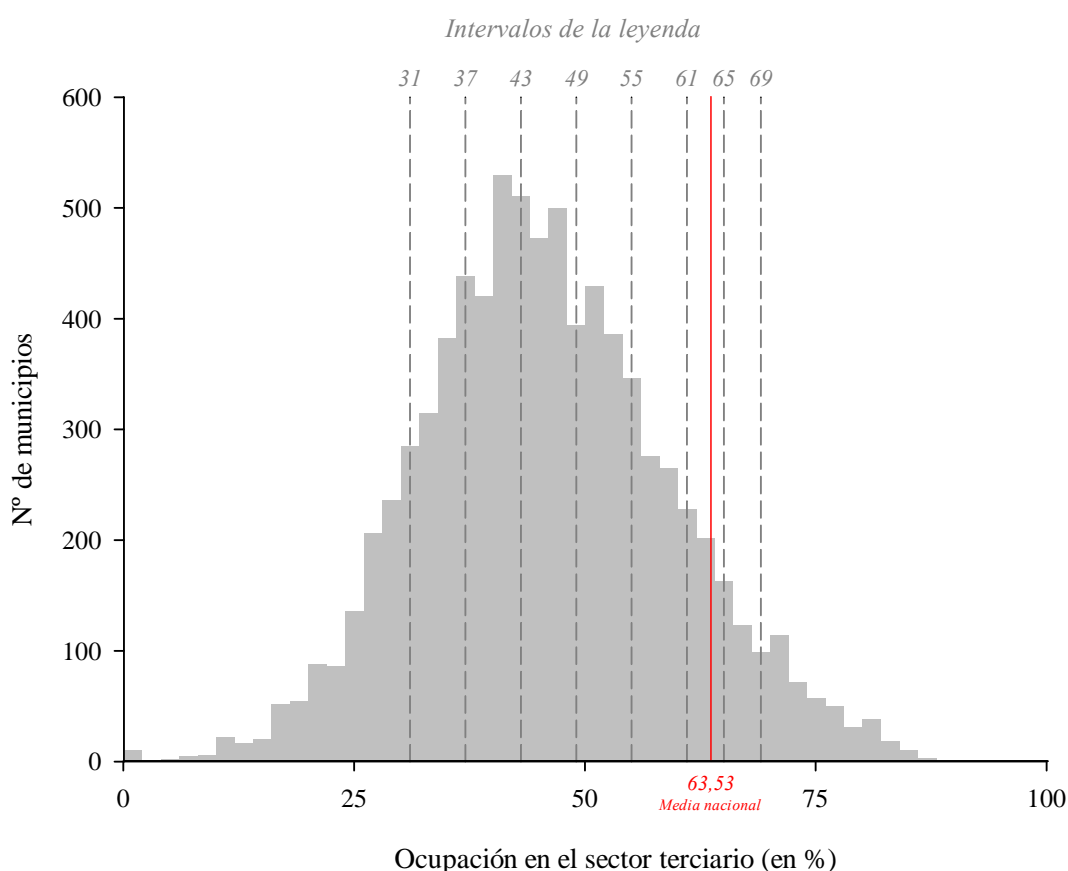
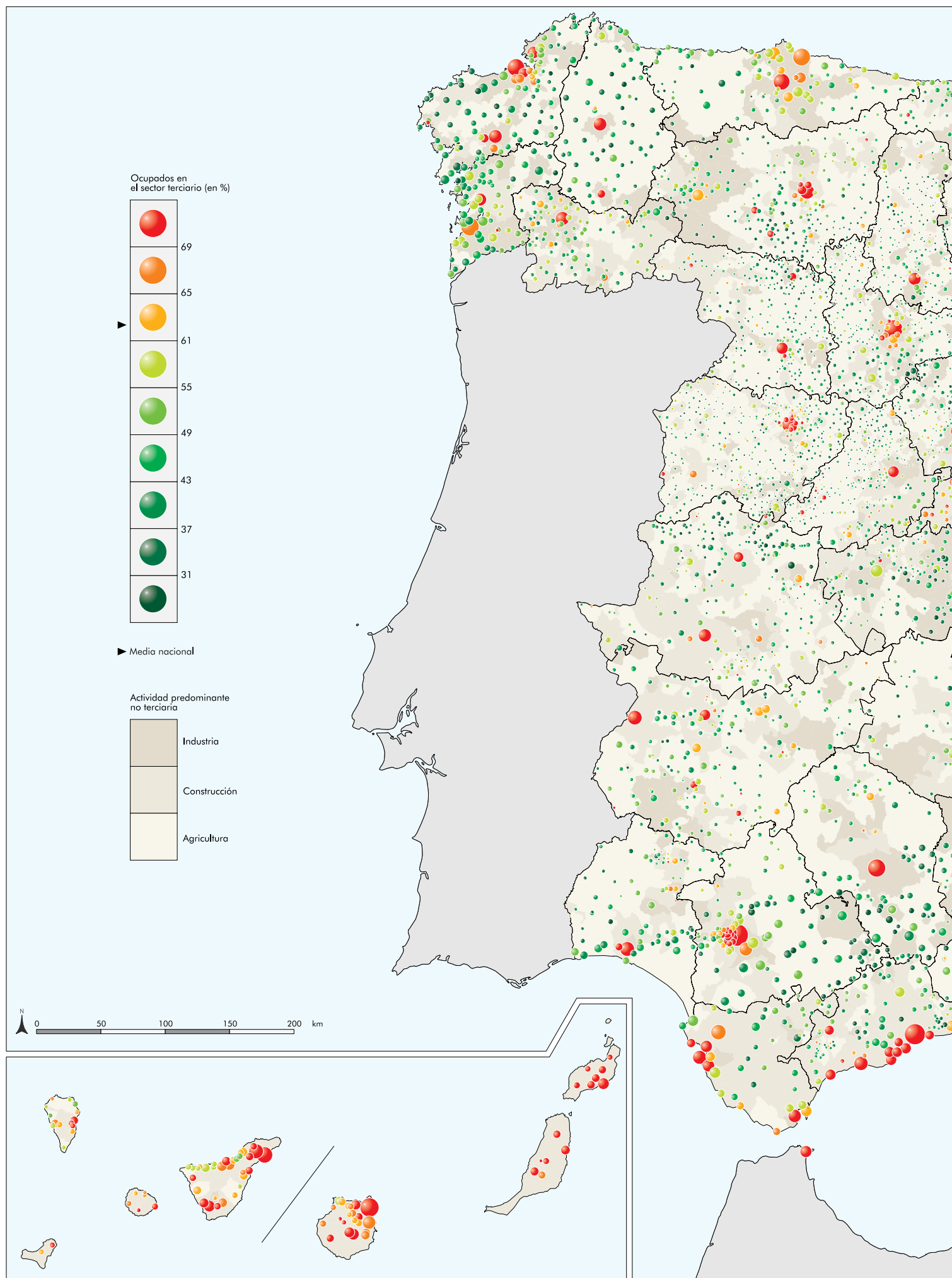
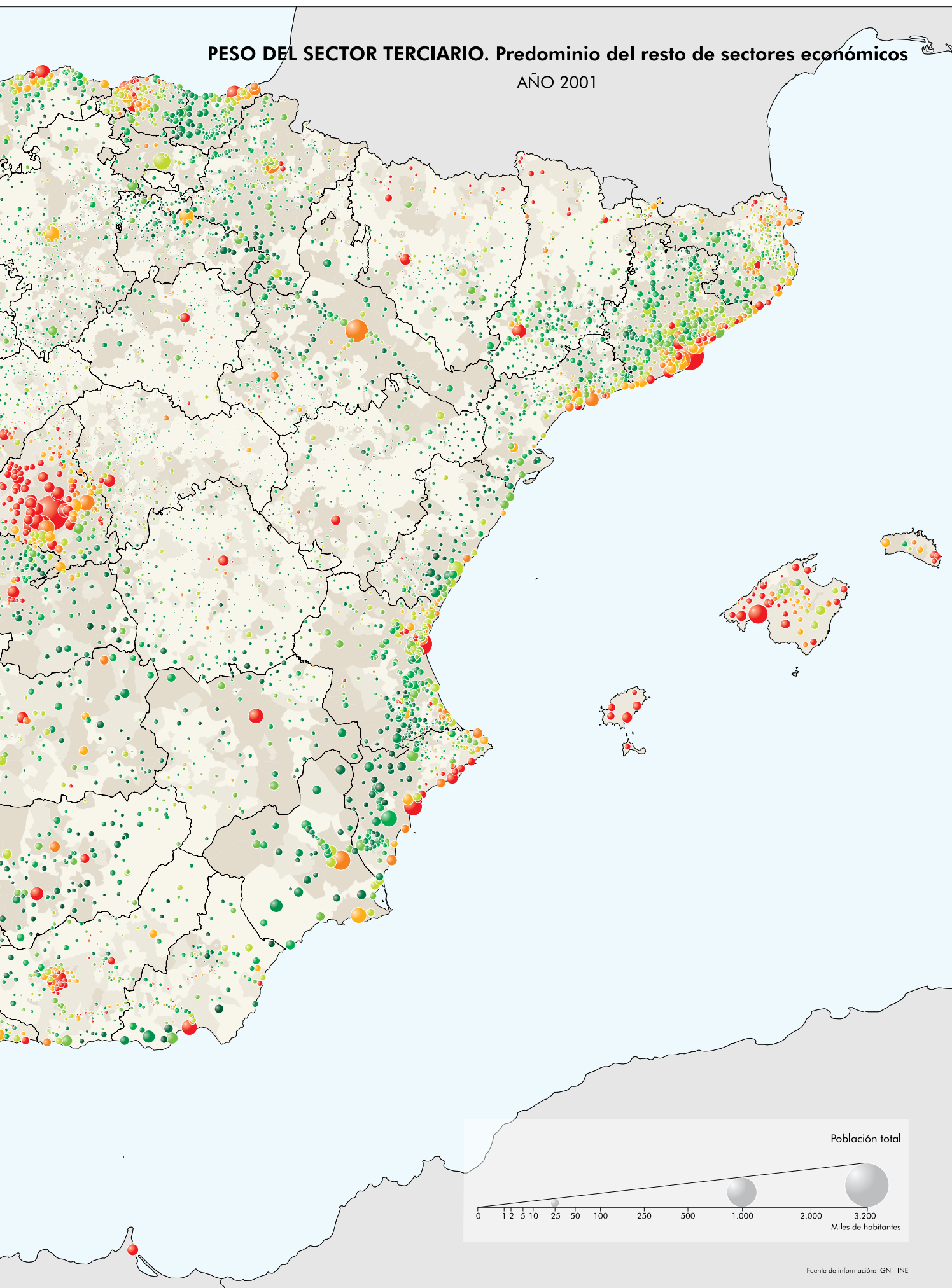


Gráfico 4-5: Distribución de frecuencias de la variable Peso del sector terciario.





Mapa 4 71: Actividad económica, escala municipal, 2001.

- **Actividad predominante no terciaria:** Es un indicador de carácter cualitativo y por lo tanto medido en escala nominal. Las trayectorias cartográficas disponibles en el mapa descartan las ya empleadas, por lo que no es posible recurrir a la que habría sido más correcta: la trayectoria 2, que permitiría representar mediante implantación puntual las tres categorías de la variable. Por lo tanto es necesario recurrir de nuevo a la implantación superficial, de manera que cada delimitación municipal queda definida por un color en relación a la actividad predominante de sus gentes, es decir una trayectoria 6.

La inclusión de estos tres aspectos en un solo mapa responde a una composición cartográfica tipo D, tal y como ha sido señalado con anterioridad, en la que ha sido necesario renunciar a las posibilidades óptimas de representación de cada variable para buscar la visualización óptima del conjunto.

La representación de la Actividad no terciaria predominante en cada municipio como variable secundaria completa la visión dada acerca del Peso del Sector Terciario, que en definitiva se configura como la variable real principal. Dado que son aspectos complementarios del fenómeno Actividad Económica se ofrece una perspectiva completa del mismo en un solo mapa.

A un nivel de comentario más detallado se puede observar que la capa superficial que representa los límites municipales prescinde de las líneas divisorias entre los mismos, esto obedece a un intento de aligerar la carga visual existente en el mapa. La decisión se ha tomado tras realizar una serie de pruebas con distintos grosores de línea y sin ella (*Vid. Tabla 4-1*), optando por esta última opción, lo que se justifica porque el objetivo del mapa no es mostrar la cifra de cada entidad, sino los patrones generales de comportamiento que definen la actividad económica en España. Sin embargo, se considera necesaria la existencia de una mínima referencia espacial que permita la identificación de elementos concretos por lo que se han incluido los límites provinciales.

- B) Análisis geográfico:** Desde finales de los setenta, España ha ido aumentando el peso del sector terciario, tanto en cifras del PIB como en población ocupada, con datos que superan actualmente el 60% en ambos indicadores lo que supone un claro acercamiento a los valores medios europeos y norteamericanos.

Este proceso de Terciarización, iniciado con retraso con respecto a los países de la economía comunitaria, se acelera tras la crisis industrial y energética de los ochenta, que conlleva una reestructuración clara hacia las actividades más rentables de la industria y hacia un sector servicios que se desarrolla sobre todo en las grandes áreas metropolitanas y en los espacios turísticos.

Si se analiza el porcentaje de población activa que trabaja en el sector en relación con otra actividad predominante no ligada a este sector, se pueden caracterizar seis espacios: áreas metropolitanas centrales, segundas coronas residenciales, espacios turísticos costeros, áreas rurales de especialización turística, ejes industriales y espacios de vocación agropecuaria.

- Las *áreas metropolitanas centrales* son las que, desde el punto de vista productivo, constituyen, junto con los espacios turísticos, los motores de la economía española. Con una población dedicada a los sectores terciario y cuaternario avanzado, cuentan con un peso importante de actividad industrial. Muchas de ellas corresponden a los espacios urbanos de tamaño medio y grande y son herencia de los sucesivos movimientos migratorios campo-ciudad y sus sucesivas concentraciones, que se inician en España a finales del siglo XIX y tienen su apogeo en las décadas de sesenta y setenta del siglo pasado: Madrid, Barcelona, Bilbao, Valencia, Zaragoza, Valladolid, A Coruña, Vigo, Gijón, Oviedo, Burgos, Sevilla, Lleida, etc., responden a estas características en mayor o menor grado y se extienden en las orlas metropolitanas más cercanas.
- Por otra parte, en los *segundos cinturones de las grandes aglomeraciones* como Madrid o Barcelona, se asiste a espacios con una población activa predominantemente orientada hacia el terciario, que trabaja en los espacios centrales, pero con un importante peso de la construcción. Ello se debe, fundamentalmente, a que son núcleos urbanos que han recibido, o lo están haciendo, los crecimientos urbanísticos más recientes.
- Los *espacios turísticos costeros* responden de manera similar, pero en función de las actividades hosteleras y de servicios al turismo. Igualmente, el peso de la construcción en estas zonas responde a la fortísima demanda de segundas residencias y apartamentos que se están produciendo en toda la zona costera mediterránea y en los espacios insulares.
- Las áreas rurales de especialización turística, como núcleos del interior o áreas de montaña la situación es ligeramente similar a la producida en las zonas turísticas costeras, puesto que se han visto convertidos en espacios de segunda residencia o destinos turísticos por sus características medioambientales o el desarrollo del negocio de la nieve. En ellos se han abandonado las actividades agropecuarias por las terciarias y un fuerte crecimiento de la construcción, muchas veces con la consiguiente tensión entre sostenibilidad y desarrollo a ultranza.
- Diferentes son los municipios de las segundas y terceras orlas metropolitanas y aquellos que se localizan en los *ejes industriales* de las ciudades. El peso del

terciario es similar o inferior a la media nacional, pero predominan las actividades industriales: el área sur de Madrid, el Gran Bilbao, el Valle del Ebro y los entornos de Madrid, Barcelona, Valencia, Vigo o A Coruña, responden a estas características.

- Finalmente, los *espacios rurales con dedicación agropecuaria* intensiva (huerta murciana o levantina, costa de Almería, etc.) o extensiva (interior de Andalucía, norte de Galicia, Asturias, meseta castellana, etc.) con un débil peso de las actividades terciarias, inferiores a la media nacional y una preponderancia de las actividades agropecuarias.

C) Elementos positivos: Es probable que la mayor virtud de este mapa resida en el esfuerzo realizado para incorporar, en el marco de los parámetros de la legibilidad, tres informaciones de una naturaleza diferente, sin renunciar a la posibilidad de análisis profundo de cada una de ellas y procurando ponderar en términos cartográficos su importancia en clave temática.

Un primer vistazo al mapa permite al lector descubrir que la variable con mayor importancia es el Peso del Sector Terciario, esto es así a nivel demográfico porque la actividad servicios está vinculada a muchos de los espacios en crecimiento en las últimas décadas por lo que se traslada al nivel cartográfico principal utilizando la combinación de valor y color mediante una leyenda divergente que focaliza la atención del usuario. Los tonos utilizados en dicha leyenda poseen altos porcentajes de cada una de las tintas, incluso los intervalos que rodean a la media, puesto que el amarillo que permite homogeneizar la serie se ha mantenido en un cien por cien en todos los casos. De este modo se consiguen dos gamas de colores contrapuestas en rojos y verdes. Esta leyenda se estructura en nueve intervalos, que podrían considerarse excesivos para un mapa con tanta información, pero que permite un acercamiento más eficiente al estudio de la variable.

Una lectura en mayor profundidad descubrirá que la codificación de la población total se ha realizado a través de un dimensionamiento volumétrico lo que denota el compromiso por parte del autor de no renunciar a la obtención de los mejores resultados posibles por buscar una mayor simplicidad de representación, aunque esto suponga un esfuerzo adicional para el lector.

A estas dos variables se le añade una tercera, que permitirá a las miradas más atentas descubrir relaciones explicativas de causalidad, complementariedad o contraposición entre el peso del sector servicios en cada municipio y el resto de actividades no terciarias que se dan en el mismo. Tal es el caso de los ejes industriales, caso del Eje del Ebro que compaginan el valor de marrón más saturado haciendo referencia a la preponderancia del sector industrial en superficie, con esferas en colores verde oscuro que indican porcentajes escasos de actividad terciaria, normalmente por debajo de la

media nacional. Por otro lado los municipios de carácter urbano suelen presentar en superficie un marrón intermedio que corresponde a predominancia de la construcción combinado con esferas en rojos que hablan de la alta concentración del terciario que se da en las ciudades. El mundo rural de carácter más tradicional se descubre por los colores más claros de sus polígonos y los diferentes tonos verdosos, más saturados cuanto más actividad agropecuaria se desarrolle en la zona.

D) Elementos negativos: En general se puede considerar un mapa correcto con quizá dos matizaciones: la primera relacionada con la cantidad de información incorporada al mapa, lo que es posible que lo invalide de cara a su empleo por lectores no familiarizados con el lenguaje cartográfico: la existencia de tres variables visuales, dos de ellas sobre implantación puntual, una graduada volumétricamente, otra sobre superficie... puede exigir de determinados receptores un excesivo.

La segunda matización está relacionada con la leyenda que hace referencia a la actividad predominante no terciaria. El diseño conceptual de la misma basado en una trayectoria 6 requiere el empleo de tres colores diferentes que denoten la ausencia de jerarquía entre las clases de la variable, sin embargo se han utilizado tres colores que pueden ser entendidos como distintos grados de valor de un mismo color, lo que conduce a una sensación equivocada de ordenamiento entre ellos que le otorga mayor importancia a la actividad industrial puesto que posee a una mayor carga cromática.

Siendo cierto que habría convenido más el empleo de tres tonos radicalmente diferenciados, lo cierto es que se seleccionaron los presentes buscando que no interfirieran con la leyenda principal acerca del Peso del Terciario.

E) Posibles alternativas: Al igual que sucedía en el caso anterior de empleo de composiciones de tres o más trayectorias la opción principal de representación alternativa se vincula a la segregación de este mapa en dos o más que reflejen cada una de las variables reales, utilizando la trayectoria óptima que requieren: la 2 para la Actividad no Terciaria predominante y la 27 para el Peso del Sector Terciario, ambas sobre implantación puntual. De este modo se conseguiría una mejora en la visualización individualizada de las variables pero se perdería la posibilidad de análisis más complejo que ofrece esta representación.

4.2.5. La utilización de mapas ráster en demografía

Las trayectorias cartográficas que emplean los modelos ráster no son comúnmente utilizadas en cartografía demográfica. La razón es evidente: ésta presenta poblaciones localizadas en núcleos concretos cuya transformación al plano encuentra opciones óptimas en la simbología puntual, siempre que se hable de escalas cercanas al 1:1.000.000 o inferiores y poligonal en el caso de escalas superiores próximas al plano, puesto que los fenómenos urbanos en definitiva ocupan superficies en el territorio. El cambio de escala entre ambas opciones requiere un proceso intermedio de generalización por colapso ya mencionado.

Dado que la naturaleza de la caracterización demográfica, como se ha mencionado, refiere a los núcleos carece de sentido emplear un tipo de representación en el que se le da significación al propio espacio. Esta podría considerarse la regla general, pero lo cierto es que algunos de los indicadores que pueden resultar de utilidad en el análisis geodemográfico hacen referencia al territorio y no a entidades particulares. Es el caso de los potenciales de población cuya función, en los términos expuestos en el capítulo anterior, reside en calcular la capacidad generativa de crecimiento demográfico y de desarrollo que tiene una porción de territorio independientemente de que este llegue o no a materializarse en términos reales. Para lograrlo entran en acción tres factores principales: la población residente en el espacio a estudiar, la población residente en espacios circundantes y la distancia existente entre ambos.

Teniendo en cuenta que en este caso concreto se caracterizan porciones de territorio, resulta lógico recurrir al modelo ráster que estructura el espacio mediante una rejilla regular cuyo resultado es una compartimentación en parcelas uniformes del área de estudio.

A nivel de cartografía los modelos ráster poseen características similares a las ofrecidas por los vectoriales en su vertiente de implantación superficial, aspecto al que ya se ha hecho referencia, por lo que las trayectorias seleccionadas habitualmente se relacionan con las variables valor y color.

4.2.5.1. Los mapas ráster en serie y su concepción dinámica: Los potenciales de población y sus variaciones

(Vid. Mapa 4-72, Mapa 4-73 y Mapa 4-74)

| POTENCIAL DE POBLACIÓN | | | | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | - | Variable visual | | |
| Potencial de población | Cuantitativa | Intervalos | RASTER | Valor / Combinación valor-color | 18 | - |

| VARIACIÓN DE POTENCIAL DE POBLACIÓN | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | - | Variable visual | | |
| Variación de potencial de población | Cuantitativa | Intervalos | RASTER | Valor / Combinación valor-color | 18 | - |

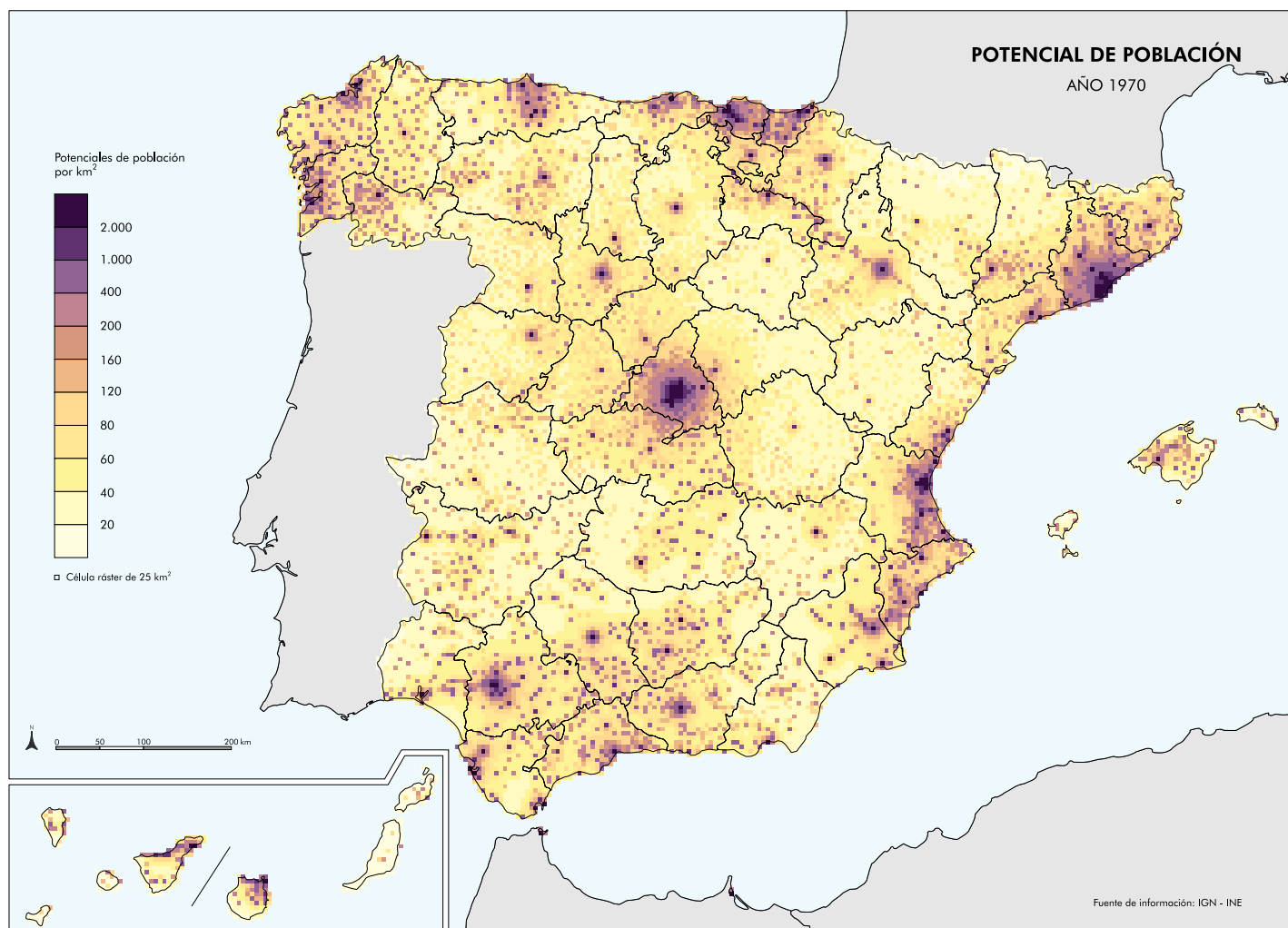
A) Comentario cartográfico: Ejemplificar la aplicación de los modelos ráster en demografía en el marco de esta tesis doctoral remite ineludiblemente a los mapas de Potenciales de población. En el Anexo I se puede observar la serie completa sin embargo se han seleccionado tan solo dos fechas: 1970 y 2005, para realizar el comentario. A las mismas se añade un tercer mapa de componente dinámica: las Variaciones ponderadas de Potenciales de población entre ambas fechas con el objetivo de enriquecer el comentario y presentar algunos de los aspectos relevantes en

el diseño de ambas secuencias, ya que los tres mapas han sido extraídos de series más extensas.

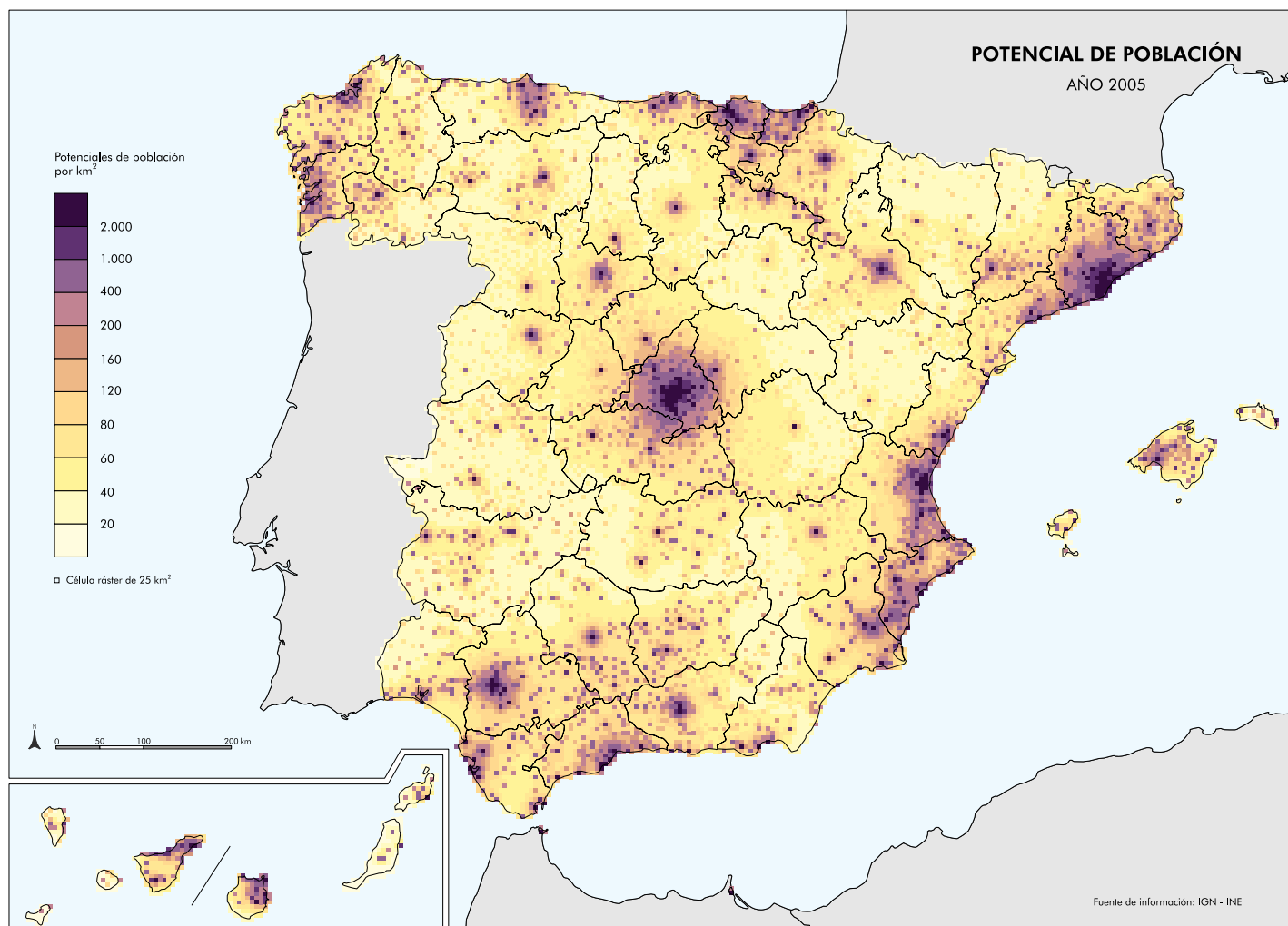
Un primer acercamiento a la cartografía presentada sorprenderá al lector por la relativa sencillez que presenta, en cada uno de los mapas se refleja una sola variable real, lo que los convierte en documentos de interpretación relativamente sencilla recayendo la complejidad en los cálculos previos y en el entendimiento del concepto de potencial demográfico. En ambos tipos de mapas se ha seleccionado la trayectoria 18 dado que son variables de naturaleza cuantitativa medidas en escala de intervalos. No existe tipo de implantación por tratarse de un sistema ráster pero a nivel cartográfico se podría asimilar con la superficial. La variable visual escogida en ambos casos (Potencial de población y Variación del mismo) es la combinación entre valor y color, sin embargo las leyendas utilizadas son diferentes:

- **Leyenda secuencial** para los mapas de Potenciales de población, en gama de amarillo a morado utilizando 11 intervalos. Aunque supone forzar la posibilidad de discriminación entre unas clases y otras se ha seleccionado este número tan elevado porque la variable requiere una profundización en el análisis y sobre todo porque la representación ráster permite el empleo de más colores dado que se emplean tintas planas sobre superficies regulares, dos condiciones que facilitan la lectura y distinción de todos los elementos. Los umbrales mantienen una diferencia menor entre ellos en la parte baja de la leyenda que se amplía progresivamente en la parte superior debido a que aunque refiera a un número menor de celdas las cifras se hallan más alejadas de los datos medianos.
- **Leyenda divergente** para los mapas de variaciones se configura a partir de dos gamas contrapuestas: en colores cálidos los desarrollos positivos y en fríos los negativos ya que el punto crítico es el valor cero que indica ausencia de crecimiento y se representa por el color amarillo. En ambas secuencias se han utilizado umbrales de ruptura similares que permiten percibir las variaciones equidistantes en cifras pero contrarias en signo, aunque la mayor cantidad de valores por encima del crecimiento nulo requiere la inclusión de un intervalo más que haga referencia a crecimientos muy positivos, mayores a 50 partes por millón.

Cabe mencionar que en ambos casos la base cartográfica se materializa en una rejilla ráster en la que cada célula cuadrada tiene cinco kilómetros de lado, por lo que recoge 25 km² de superficie. Este tamaño de célula se encuentra tanto por debajo de la media de superficie de los municipios españoles que ronda los 60 km², como de la mediana que se sitúa en 34,8 km², hecho que se consideraba importante para poder entrar a comentar individualmente cada una de las células.



Mapa 4 72: Potenciales de población, 1970.

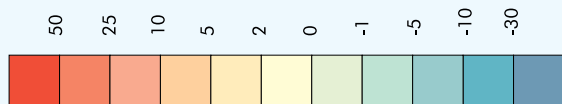


Mapa 4 73: Potenciales de población, 2005.

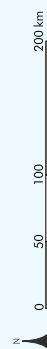
VARIACIONES PONDERADAS DE POTENCIALES DE POBLACIÓN

PERIODO 1970-2005

Variaciones de potencial
en partes por millón



□ Célula ráster de 25 km²



Fuente de información: IGN - INE

Mapa 4 74: Variaciones de Potenciales de población 1970-2005.

B) Análisis geográfico: Analizando los resultados cartográficos de los potenciales de población para el periodo 1970-2005 se observa una progresiva concentración de la población en los núcleos urbanos, y se pueden distinguir cuatro ámbitos:

- a. **Regiones funcionales urbanas y áreas metropolitanas** concentradoras de población y actividad, en las que las ventajas comparativas logradas a las economías de aglomeración y urbanización coexisten con crecientes costes de congestión, marginalidad e incomunicación social. La retroalimentación de las dinámicas demográficas y el desarrollo de las redes de comunicación han favorecido el alto crecimiento económico y de población desde finales del siglo XX. Este primer tipo se percibe claramente en las aglomeraciones metropolitanas de Madrid, Barcelona, Valencia y Bilbao, que se pueden considerar auténticas regiones urbanas; o Sevilla, Zaragoza, Málaga y Alicante con áreas metropolitanas de rango nacional, que completarían la jerarquía de grandes conjuntos urbanos de carácter nacional.
- b. **Ciudades intermedias**, con unos buenos niveles de población y de urbanización, que han posibilitado el desarrollo de actividades productivas y se han abierto a sus entornos metropolitanos más próximos. Dentro de las ciudades intermedias habría que distinguir entre las que ya se encuentran perfectamente consolidadas como áreas metropolitanas de carácter regional, como son La Coruña-El Ferrol, Pontevedra, Gijón, Murcia, Palma de Mallorca, Las Palmas, y Valladolid, y otras que por su proximidad a las regiones urbanas con problemas de congestión se están desarrollando con fuerza: Santander, San Sebastián, Vitoria, Pamplona, Tenerife, Granada, Cádiz y Córdoba.
- c. **Áreas rurales en los corredores funcionales o con fuertes potencialidades turísticas**, caracterizadas por su localización en las redes de alta capacidad entre las ciudades intermedias o en zonas con importantes recursos turísticos, muy dinámicas, terciarizadas y con un potencial crecimiento por sus rentas de situación y muy dependientes de las fuerzas exteriores.
- d. **Áreas rurales aisladas y con escasos recursos medioambientales o de turismo**, presentan un peso importante del sector primario, un fuerte nivel de envejecimiento y unos niveles dotacionales reducidos.

Analizando el mapa, hay que reseñar que el modelo considera, además del peso demográfico como población de cada una de las cabeceras municipales de la Península, la red de viaria, observándose:

- a. Importantes concentraciones en las grandes áreas urbanas, casos de los entornos metropolitanos de Madrid, Barcelona o Valencia, producto de los

niveles de congestión y aumento de los costes de residencia en las ciudades centrales, lo que origina la expulsión de la población y de ciertos servicios hacia la periferia. Es el caso de ciudades como Alcalá de Henares, Getafe, Leganés, Alcorcón, Fuenlabrada, Pozuelo, Las Rozas, Majadahonda, etc. en torno a la ciudad de Madrid y que, en los últimos años, se ha extendido hacia Pinto, Valdemoro, Seseña e, incluso, con las expectativas de las redes ferroviarias de Alta Velocidad es posible se extiendan a Toledo, Guadalajara, Segovia o Valladolid, en el caso madrileño, y a Girona, Lleida, Tarragona o Figueres en el barcelonés.

- b. El fuerte crecimiento de las ciudades intermedias y de su entorno como Zaragoza, Sevilla, Valladolid, Málaga, Murcia, Santander, Vitoria, Pamplona, etc., que se han convertido en centros de servicios, equipamientos y trabajo de sus áreas de influencia, actuando como focos de atracción de la población más joven de las áreas rurales.
- c. Un reforzamiento de las relaciones entre núcleos gracias principalmente a la mejora de las infraestructuras viarias ya existentes, que se apoyaban en redes urbanas funcionalmente importantes. Es el caso del eje del Ebro, la costa mediterránea, los ejes Sevilla-Huelva o Sevilla-Cádiz, etc. espacios que se han visto potenciados frente a otras zonas también rurales, desconectadas de las autovías y autopistas creadas en la última década. Se han reforzado visualmente las ligazones entre las grandes ciudades conectadas por redes de alta capacidad, como las autovías de Aragón, Andalucía, Madrid-Burgos, Alicante-Elche-Murcia, etc, y las ya preexistentes que se apoyaban en corredores con una red urbana destacable (eje del Ebro, autopista del Mediterráneo, etc.) Estos espacios, presentan una alta posibilidad para la localización de equipamientos y servicios, porque conjugan unas buenas accesibilidades con unos elevados umbrales de población potencial.

En la medida en que el resultado de cada célula es la suma de dos componentes (la población efectiva y el potencial inferido), las variaciones en uno de ellos pueden ser compensadas por variaciones de diferente signo en el otro. No es este mapa, por lo tanto, un mapa de variaciones de población en análisis *shift/share*, sino de variaciones de potenciales de población, lo que se pretende es añadir al valor absoluto de la variable, en este caso población ponderada, el valor correspondiente a su posicionamiento dentro del sistema, que es un concepto mucho más operativo para la Ordenación Territorial y que viene dado por la utilización de los potenciales inferidos.

Conviene advertir, no obstante, que la recesión de población no necesariamente va ligada a la falta de funcionalidad, puesto que hay células contables, como las correspondientes a Madrid y Barcelona, y más recientemente una buena parte de las grandes capitales españolas, que disminuyen sus efectivos de población por la

competencia de otros usos del suelo o por las propias deseconomías externas de la aglomeración, lo que acaba llevando la población a los municipios próximos bien comunicados o con unos costes inferiores a los de la metrópoli rectora. Sin embargo, de ahí no puede deducirse, a escala local, una interpretación como pérdida de dinamicidad, aun cuando en esa escala regional se dé una fuerte correlación entre las dinámicas económica y de población, puesto que las regiones más ricas han sido las más densas y las que han experimentado mayores incrementos y viceversa.

Un primer estudio de los espacios en los que se registran los mayores cambios positivos arroja tres componentes esenciales:

- La consolidación del Eje Mediterráneo y su continuación por la costa atlántica en toda la Andalucía Occidental, roto tan sólo en aquellos puntos en los que el relieve y la ausencia de núcleos urbanos rectores imponen sus limitaciones, como la Costa Brava, desembocadura del Ebro y Maestrazgo castellonense, o los puntos en los que el Sistema Penibético se asoma a la misma línea de costa.
- El gran peso específico que la centralidad madrileña sigue teniendo en la dinámica de población de la España interior peninsular.
- Existencia de pequeños centros dinámicos dispersos por todo el territorio español, correspondientes casi siempre a capitales de provincia o núcleos urbanos de importancia que presentan tendencia a configurar ejes que coinciden con la red básica de comunicaciones.

Estos tres apartados participan de un denominador común, como es el hecho de que en toda España ha continuado la tendencia a la concentración de población urbana, puesto que tanto Madrid como la costa mediterránea ya presentaban fuertes concentraciones de población en 1970. La mayoría de las capitales provinciales y algunos otros núcleos urbanos dispersos ya se reflejaban también en las primeras fechas precitadas, aunque entran en atonía durante el periodo 1981-2001.

En el lado negativo llama la atención, además de los ya conocidos vaciados demográficos de ambas Castillas, Extremadura y Aragón, los correspondientes a la Galicia interior y la Andalucía profunda, en las que continúa el lento goteo de la emigración desde un medio rural difícil y sin aliciente para los más jóvenes. A esto se une el fuerte descenso de las provincias septentrionales, en concreto Guipúzcoa y Vizcaya, a las que se añade la mayor parte de Asturias con unos sectores industriales y extractivos básicos de incierto futuro en ese momento y que no han crecido en la misma proporción a partir de este siglo. Por último señalar las islas de turismo menos masivo de Canarias, que no han podido competir con los gigantescos núcleos turísticos costeros.

Con un carácter más puntual, puesto que se apoyan en los espacios urbanos y tampoco tienen la continuidad del eje mediterráneo, aparecen una serie de ejes interiores entre los que, para la organización espacial española, parece oportuno destacar por sus cifras de población los del Ebro y Guadalquivir, el que engarza Francia con Portugal por Vitoria, Burgos, Valladolid, Salamanca; el que perpendicular a éste lleva desde Asturias-Galicia a Madrid por León y Valladolid, o el que sigue la autopista desde La Coruña a Vigo. Ya con más esfuerzo, pueden verse otros ejes menores como serían la Vía de la Plata, el Atlántico u otros de menor entidad. Estos ejes tienen un comportamiento desigual en cuanto a valores de crecimiento, pero constituyen la base para articular el territorio evitando la bipolarización entre la capital madrileña y el eje mediterráneo.

Es esencial subrayar que algunas regiones con un fuerte potencial de población en 1970 como la Galicia interior, Andalucía del Alto Guadalquivir, ambas Castillas fuera de los principales núcleos urbanos, y Extremadura, se presentan claramente regresivas lo que está evidenciando un problema de pérdida de vitalidad demográfica y funcional, a pesar del fuerte dinamismo inmigratorio que ha tenido el conjunto nacional en los últimos años.

En otro apartado las regiones que se habían vaciado de una parte importante de su sustancia demográfica en fechas anteriores, tenían ya escaso potencial de población y, sin embargo se revelan como claramente regresivas, como sucede en Aragón. Es un segundo tipo de problema, que conecta con un mundo rural en el que probablemente la propia inercia biológica, ligada al fuerte envejecimiento, va a dictar su ley, a pesar del repunte de los últimos años y la especialización funcional hacia sectores de servicios o espacios de segunda residencia.

Igualmente, se observa que tan solo las capitales de las grandes áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona, más el caso excepcional de las ciudades como Bilbao o Gijón atenazadas por la crisis económica, pierden peso a favor de sus entornos metropolitanos, y las capitales de provincia son el referente dinámico en el resto del país. En general puede afirmarse que los núcleos urbanos presentan ritmos positivos en espacios que, en conjunto, son igualmente positivos.

- C) Elementos positivos:** La ventaja más evidente del análisis por células contables homogéneas hace desaparecer la desigualdad visual ligada a la diferente extensión de los términos municipales, que induce a fuertes errores de percepción en la importancia de las variaciones reales del municipio. El sistema tradicional de densidades está más cerca de una distribución puntual de la información que de una territorialización del mismo, a menos que se fuera a unos tratamientos en los que se conectara, a la vez, el factor demográfico de cada entidad de población con la influencia espacial sobre los espacios inmediatos.

A este aspecto principal se une el hecho de que a partir de dos mapas estáticos como son el de Potenciales de población para 1970 y para 2005 que muestran las situaciones del momento, se añade un tercero que pone de manifiesto las variaciones entre ambos a través de un sistema de color que posee una alta potencialidad de transmisión al emplear semióticamente los rojos para indicar los píxeles que han experimentado un crecimiento positivo entre las dos fechas y los verdes para indicar variaciones negativas. El empleo de la gama de amarillos, intermedia entre los dos colores mencionados tercia en la transición generando una sensación de neutralidad que favorece la interpretación de los valores cercanos a cero y homogeniza estéticamente el conjunto.

Se ha buscado compensar la complejidad del concepto de Potencial de población y de sus variaciones con la sencillez de la representación mediante la trayectoria 18, de manera que aunque el resultado final está destinado a lectores expertos, su experiencia tan solo se tiene que referir al ámbito temático ya que la decodificación se puede hacer sin gran esfuerzo.

D) Elementos negativos: En ocasiones la principal virtud de algo puede ser también su talón de Aquiles, y esa es la situación que probablemente caracteriza los mapas de potenciales: cartográficamente son correctos e incluso se han realizado con una calidad intachable: las leyendas se discriminan con facilidad: están formadas por gamas equilibradas con intervalos *in crescendo*, son mapas estéticamente agradables, técnicamente correctos, de fácil lectura y enormemente expresivos. Sin embargo la gran carga temática que recogen y el esfuerzo que puede suponer, para un lector no habituado, el entendimiento del concepto de potencial de población puede hacerle pasar de página sin dedicar tiempo a lo que podría ser un instrumento de gran eficacia de cara al análisis territorial.

E) Posibles alternativas: El resto de opciones viables están relacionadas con tres aspectos:

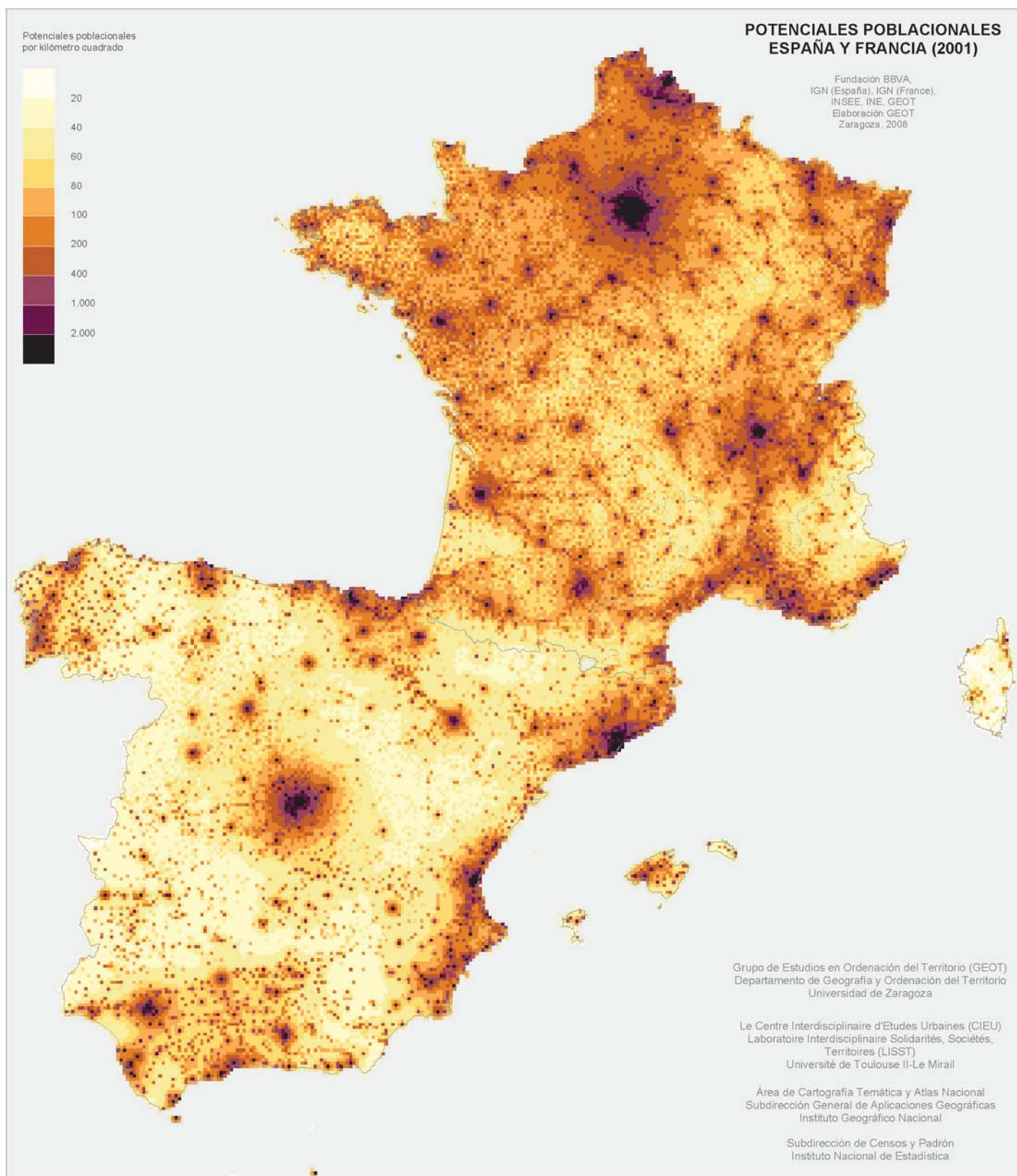
- a. **Alternativa a la representación cartográfica:** La otra variante podría estar ligada a representaciones mediante isolíneas, lo que puede calificarse como tipos de implantación de 2,5D, que unieran las áreas de igual potencial demográfico. Este sistema de trabajo también es válido pero el modelo ráster, siempre que, como en este caso, aporte el número de celdas suficiente para realizar un análisis exhaustivo, tiene la ventaja de presentar la realidad tal cual es, sin homogeneizarla como sucede con los mapas de isolíneas, que en ocasiones enmascaran datos concretos si estos no son similares a los de su entorno.
- b. **Alternativa al modelo de cálculo:** La obtención de las cifras de potenciales demográficos para cada pixel tiene en cuenta, entre otros componentes la

distancia que separa cada entidad del resto. En los mapas presentados su medición se realiza a través de distancias euclidianas, pero también sería posible incorporar el análisis de redes mediante el cual la medida de los trayectos estaría más ajustado con la realidad, especialmente si a cada tramo se le asignan impedancias relacionadas con la velocidad o tiempo requerido para superarlo. De esta manera aparecería de forma más evidente el trazado de los ejes funcionales.

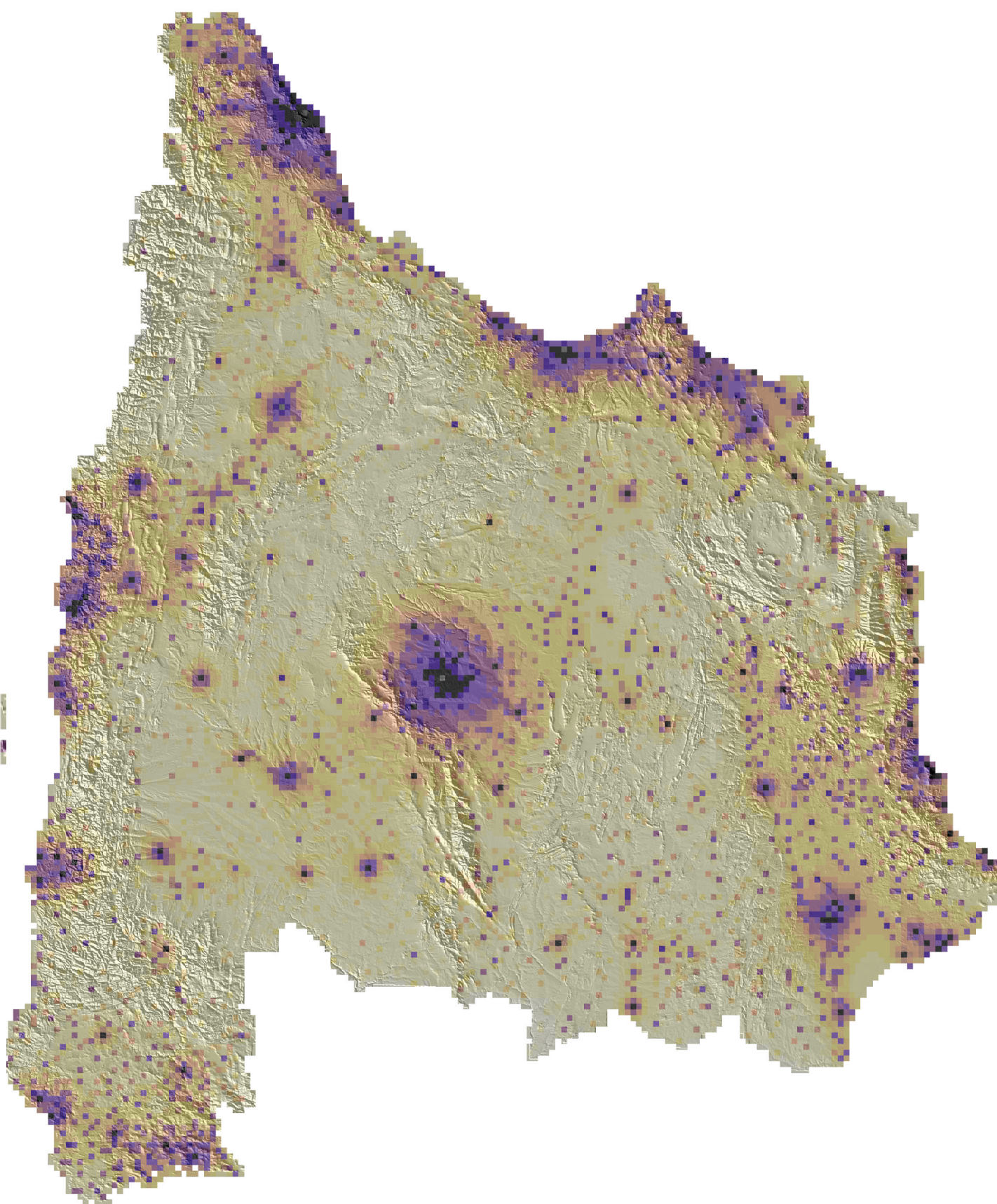
Sin embargo hay que tener en cuenta que esta concepción alternativa incorporando el análisis por líneas de comunicación podría impedir la composición cartográfica mediante series puesto que no sería posible establecer comparaciones dadas las diferencias entre las redes aplicadas a cada periodo. Su empleo es mejor para el estudio puntual de una fecha y para el análisis de áreas urbanas, pero presenta deficiencias en su empleo seriado y en la profundización de la investigación en áreas rurales debido al escaso movimiento que estas presentan.

- c. **Ampliación del área considerada:** El conjunto de cartografía considerada hasta el momento tiene en cuenta las características endógenas de cada entidad, siendo representado el territorio nacional se muestra el estado de las diferentes variables geodemográficas en cada uno de los municipios o provincias, sin embargo la cartografía de potenciales de población presenta una diferencia sustancial: se presenta una cualidad del territorio puesta en relación con el resto del conjunto. Es por eso que, aun representando tan solo el territorio nacional, no se puede obviar las influencias que los espacios vecinos generan en el potencial de cada una de las parcelas, de este modo cuanto más amplio sea el ámbito considerado mayor será el acercamiento al valor real de potencial que posee cada célula ráster. De este modo se han realizado una serie de pruebas incluyendo los espacios adyacentes de los que se disponía de información, que en este caso era todo el territorio nacional francés y Andorra, de manera que se ha generado una nueva serie de mapas que analizan España y Francia en su conjunto, buscando una mayor adecuación a la realidad territorial (*Vid. Mapa 4-73b*). El mapa ideal incluiría también el resto del entorno: Portugal, Andorra, países norteafricanos... pero la imposibilidad por el momento de obtener información a escala suficientemente desagregada impide la configuración del mismo.

Por otra parte también es posible combinar los mapas de potenciales poblacionales con modelos de sombreado basados en MDE, que permiten extraer conclusiones adicionales y buscar los condicionantes que el relieve supone (*Vid. Mapa 4-73c*).



Mapa 4-73b: Potenciales de Población para España, Francia y Andorra. Elaboración propia.



Mapa 4-73c: Potenciales de Población combinados con modelos de sombreado.Elaboración propia.

4.2.6. El empleo de series cartográficas

El capítulo 3 de esta tesis doctoral dedica un apartado completo al tratamiento de las series en cartografía geodemográfica. En él se ponen de manifiesto las virtudes que una representación seriada presenta respecto a la visualización de variables de población y ahonda tanto en la justificación de dicho aspecto como en los requisitos y limitaciones de las mismas. Por otra parte la utilización de series temporales es algo absolutamente obligado cuando se trata de reflejar la transición demográfica que lleva de la España rural a las estructuras y distribuciones actuales con la identificación de variaciones tanto en lo meramente estructural como en la configuración de nuevos espacios de vida que están desbordando ampliamente los límites tradicionales del municipio de residencia.

No es labor de este capítulo repetir lo ya mencionado, tan solo analizar su aplicación a un caso concreto como es el español. La temprana recogida de información demográfica en España, aunque en este estudio comience en los albores del siglo XX, su adecuación a diferentes escalas y la consideración de variables divisibles en varios componentes justifican sobradamente el empleo de la seriación, pero a esto se le añade el deseo de realizar un análisis comparado en el tiempo, que permita el seguimiento de los fenómenos acaecidos a la población en los últimos 107 años.

Con el objetivo de realizar un recorrido por las posibles aportaciones de mayor relevancia cartográfica, se presenta el análisis de una selección de series cuyas características reflejan las distintas caras de una misma figura.

En primer lugar se analizan dos series que responden al tipo 1, en la clasificación formulada en el capítulo anterior. Son series que presentan la misma variable, a la misma escala en fechas consecutivas, sin embargo presentan una diferencia sustancial en el empleo de la leyenda. Ya se ha demostrado sobradamente que las características de la variable real condiciona de forma intrínseca la codificación cartográfica que de esta se realice, pero este es un ejemplo más que lo pone de manifiesto.

Seguidamente se muestra una serie en la que para una misma fecha y una sola variable real se emplean dos escalas diferentes (Serie tipo 2): municipal y provincial, de forma que la primera sirva a un análisis más rico en detalles y matices y la segunda caracterice de forma general la situación española respecto a la misma. El diseño de la leyenda compartida es, también en este caso, una de las dificultades principales que deben afrontarse para conseguir la comparación entre ambos mapas, ya que exige la búsqueda de intervalos comunes que resulten significativos en ambos documentos.

En tercer lugar el discurso se centra en la concepción de series en las que alguno de los aspectos se haya resuelto de forma especialmente satisfactoria, tal es el caso de la combinación de escalas y periodos de tiempo para una sola variable o del empleo acertado del color en otra.

La dedicación destinada al diseño (y rediseño) de las series que se presentan de forma completa en el Anexo I ha permitido llegar a una serie de consideraciones acerca de la adecuación de su empleo, para el que deben de producirse una serie de circunstancias específicas fuera del marco de las cuales, es preferible recurrir a otro tipo de organización cartográfica. Estas conclusiones serán expuestas en último lugar ejemplificándolas con casos concretos.

Conviene mencionar que de igual forma que en las exposiciones anteriores se incluye un apartado destinado a las posibles alternativas existentes a cada secuencia de decisiones, aquí cabe incluir para todas las series la posibilidad de renunciar al empleo seriado de los mapas, de forma que se presenten uno detrás de otro pero con discretizaciones tanto de la variable real como de la visual que se adecuen a las características individuales de cada distribución. Recurrir a representaciones individuales ofrece la garantía de un estudio independiente más exhaustivo del que se puede obtener un mayor número de matices, pero obliga a renunciar a la posibilidad de exámenes comparados. En cualquier caso, asumiendo que esta opción aparece ineludiblemente en la totalidad de los ejemplos que se muestran será omitida del comentario particular.

4.2.6.1. El empleo de series a escala provincial con leyendas secuencial y divergente

La escala provincial en España ofrece facilidades de cara la concepción de cartografía en serie, 50 provincias y 2 ciudades autónomas conforman un conjunto en el que las amplitudes no deberían ser necesariamente excesivas. Aun teniendo en cuenta que se cartografían periodos muy distanciados en el tiempo la tónica general permite realizar un tratamiento seriado en la mayoría de los casos tanto en lo que se refiere al dimensionamiento por tamaño como a la discretización mediante leyendas de valor o color.

Las dos series que se presentan, la Tasa de Nupcialidad y la evolución de los menores de 15 años, tienen características similares en general: Series tipo 1 según la clasificación mostrada previamente, escala provincial, se componen de 6 mapas, están formados por dos variables de cualidades semejantes... sin embargo existen diferencias fundamentales entre ellas que impiden el mismo tratamiento en una que en la otra.

Ya se ha mencionado que existen diferentes opciones para la selección del intervalo o el umbral de inflexión en las leyendas divergentes, este puede ser bien la media nacional, bien el cero como expresión de crecimiento nulo. La primera serie presenta la Tasa de Nupcialidad media para cada periodo. Entendiendo que cada uno de los periodos muestra una media diferente resulta obvio que en este caso no puede utilizarse una leyenda divergente en torno a esta cifra, puesto que resultaría solo válida para cada uno de los mapas y no para la serie en su conjunto. Caso contrario puede observarse en la serie de la evolución de los menores de 15 años, en que se considera como umbral crítico el cero, por lo que la leyenda divergente en torno a los crecimientos nulos es aplicable a toda la serie.

4.2.6.1.1. Series provinciales codificadas mediante leyenda secuencial: La tasa de Nupcialidad

(Vid. Mapa 4-75, Mapa 4-76, Mapa 4-77, Mapa 4-78, Mapa 4-79 y Mapa 4-80)

A) Comentario cartográfico:

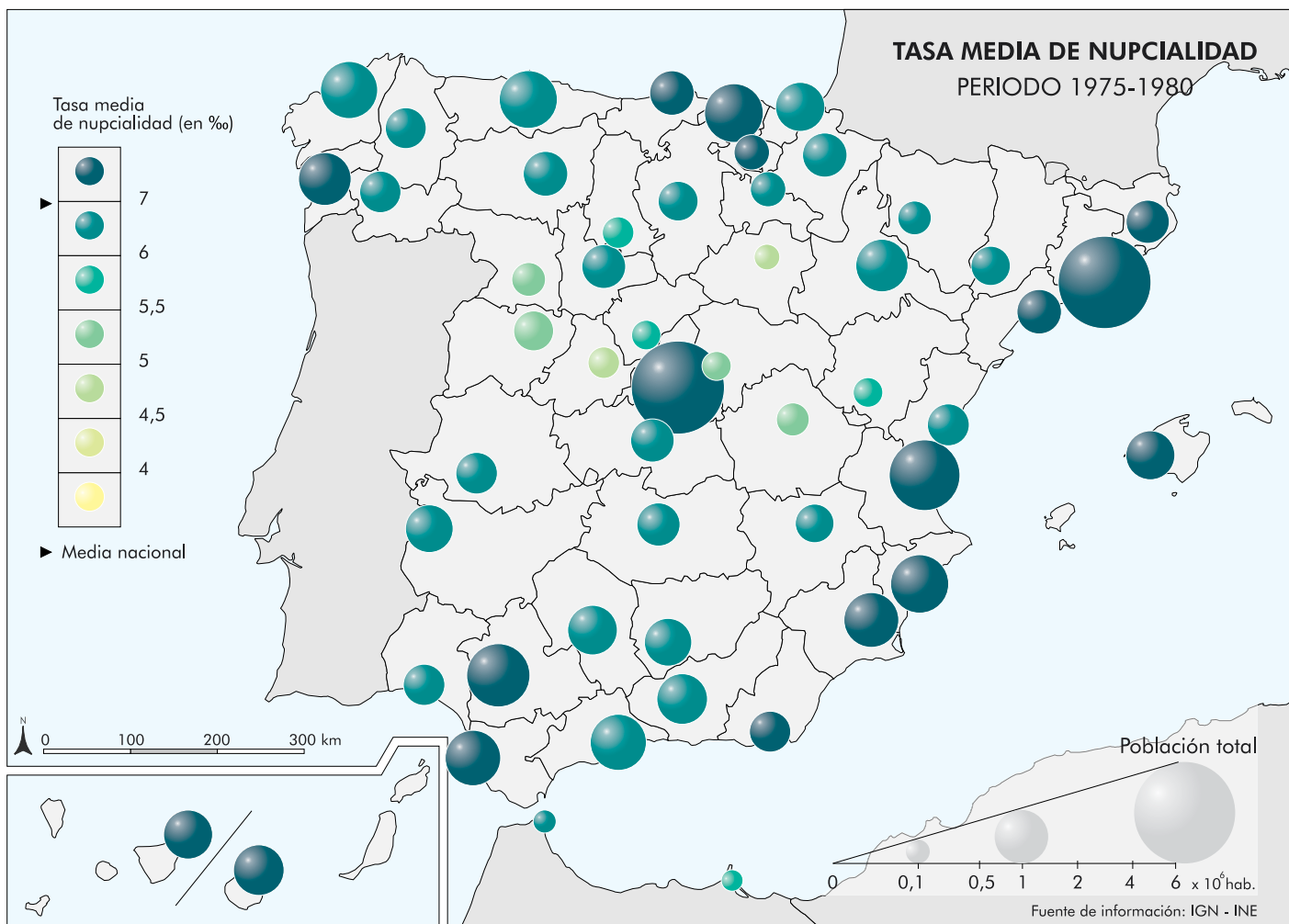
| TASA DE NUPCIALIDAD | | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Nupcialidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

De nuevo nos encontramos ante la composición cartográfica B, que se configura como la de empleo más habitual en esta tesis doctoral. En este caso codifica dos variables para seis periodos diferentes (1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000 y 2001-2004) dos variables:

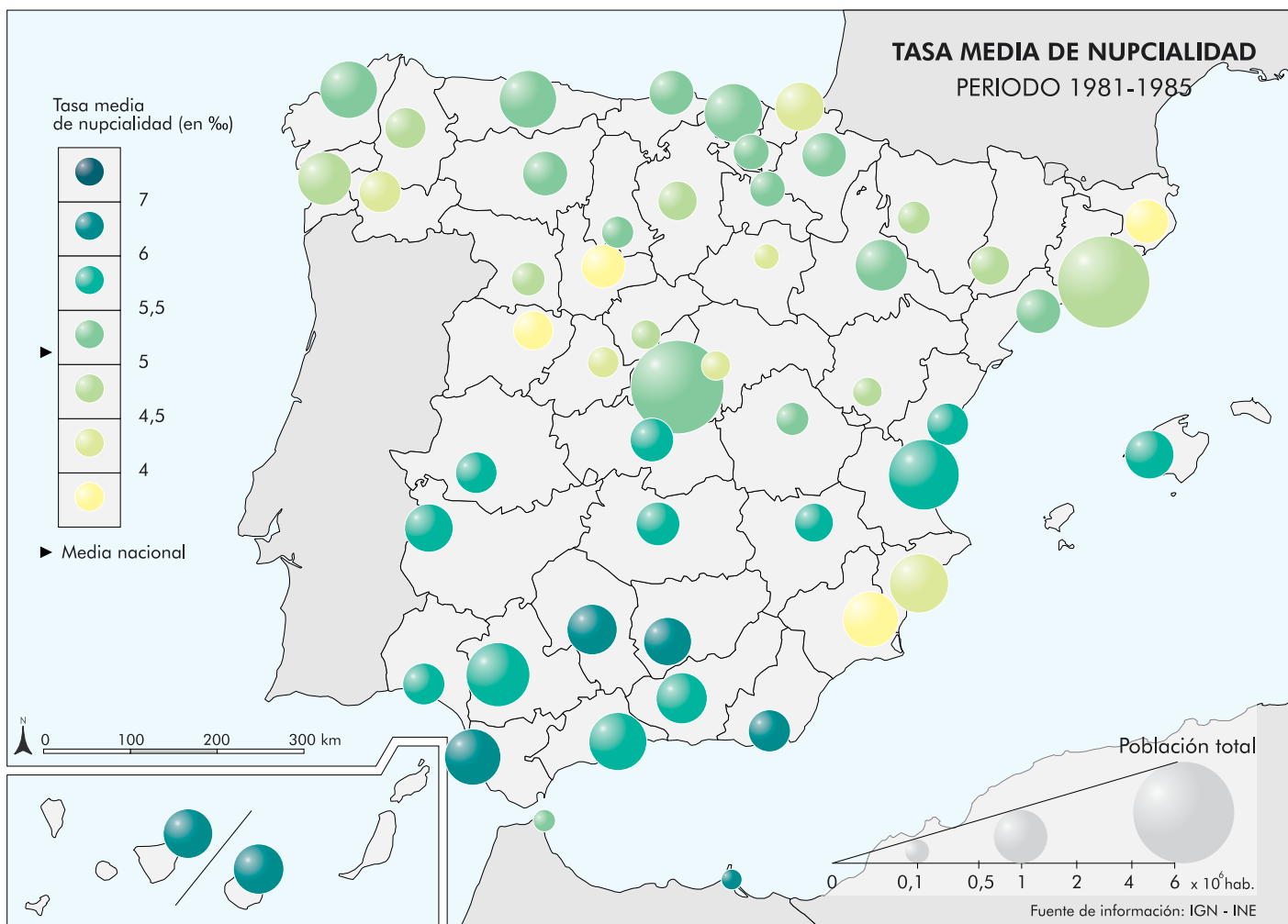
- **La Tasa de nupcialidad:** Siendo uno de los indicadores de uso común en lo que se refiere a movimientos naturales de la población, se considera en este mapa como la variable real principal. Dada su naturaleza cuantitativa y medida en escala absoluta ya que se expresa en tantos por mil, se utiliza la combinación entre valor y color empleando la capacidad transmisora del segundo y la aptitud de jerarquización del primero.

La leyenda utilizada es secuencial, el tratamiento seriado de esta variable es incompatible con el uso de leyendas divergentes debido a que la única posibilidad de selección de un umbral crítico que marcara la divergencia está en la media nacional. Es un hecho que esta cifra es diferente para cada periodo considerado (Vid. Gráfico 4-6) por lo que no es posible utilizarla como elemento de divergencia puesto que la posibilidad de comparación entre mapas quedaría invalidada. Es por eso que se recurre a un tipo de leyenda más sencillo: el secuencial que partiendo de los valores más elevados y los tonos más saturados desciende hasta los inferiores con colores más suaves que no depende de ningún dato y permite la lectura comparada de todos los mapas.

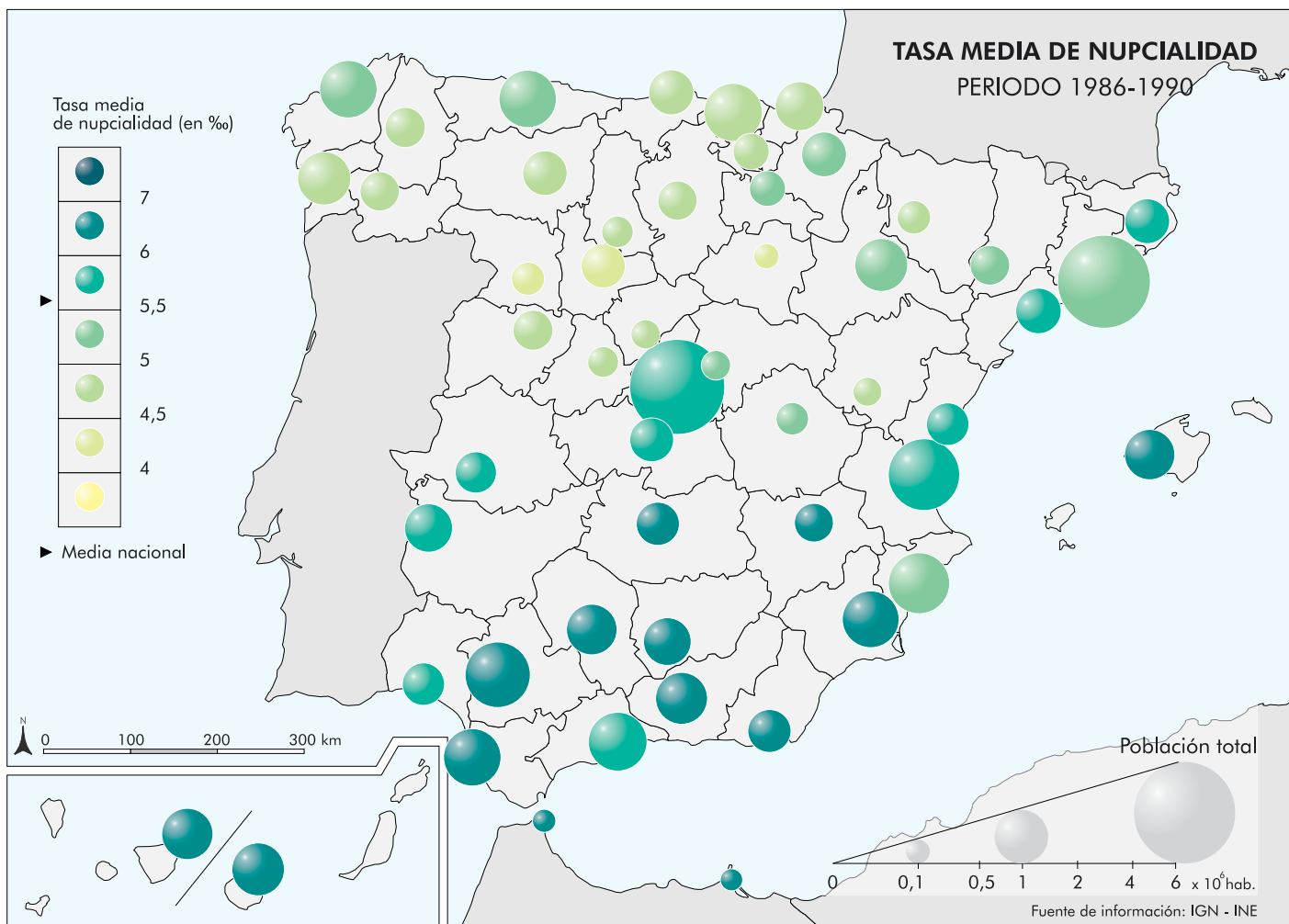
Se puede observar que la diferencia entre el mapa correspondiente a 1975-1980 y el de 2001-2004 resulta significativa a nivel cartográfico: el primero emplea solamente los cinco tonos correspondientes a la parte alta de la leyenda mientras que el último solo requiere el empleo de los cinco correspondientes a la parte baja. La primera impresión de ambos no parece hablar del mismo documento, tan solo la colocación consecutiva de la serie completa permite percibir los cambios consecutivos entre el primero y el último de manera que se justifican las diferencias entre ambos.



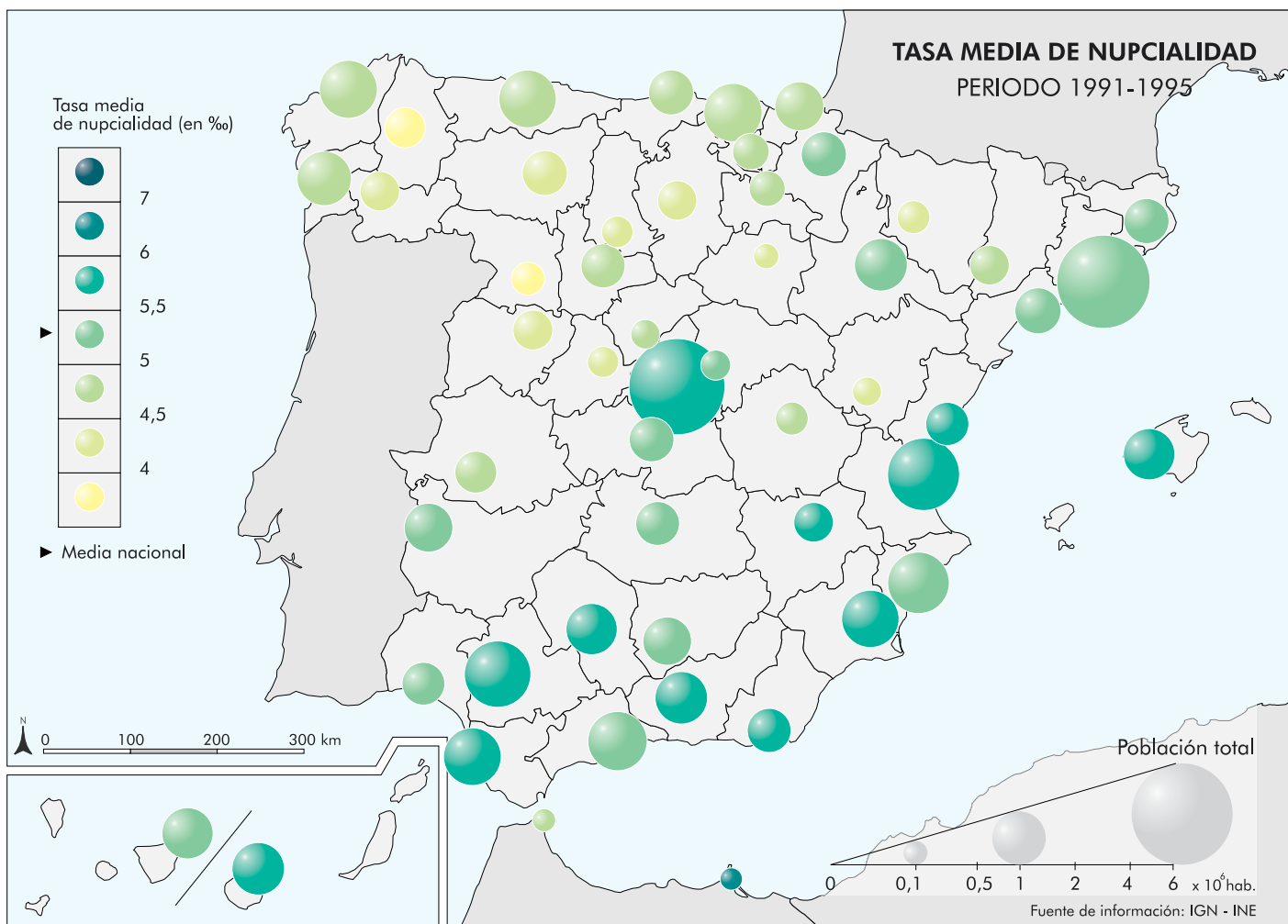
Mapa 4 75: Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1975-1980.



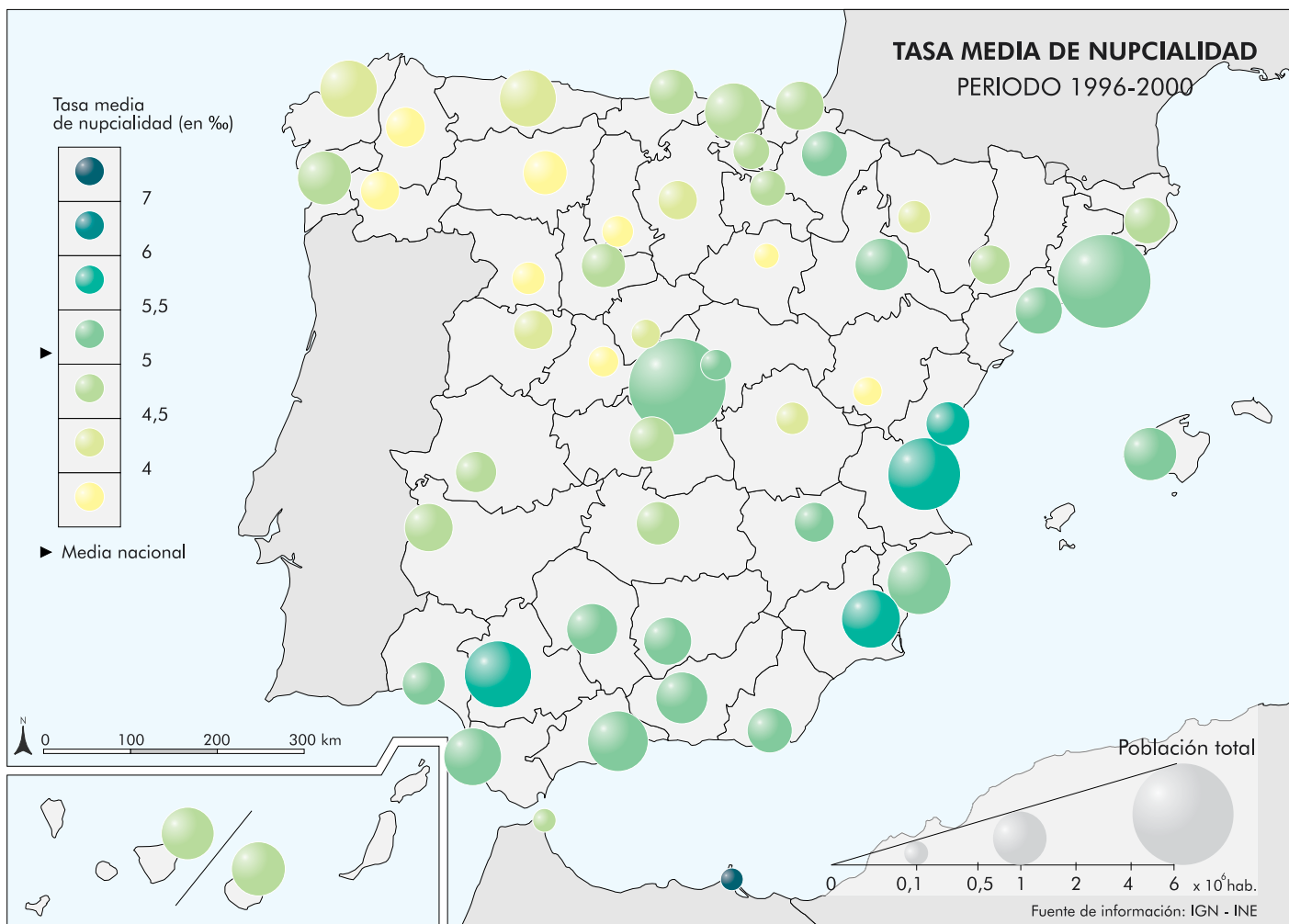
Mapa 4 76: Tasa de nupcialiad, escala provincial, 1981-1985.



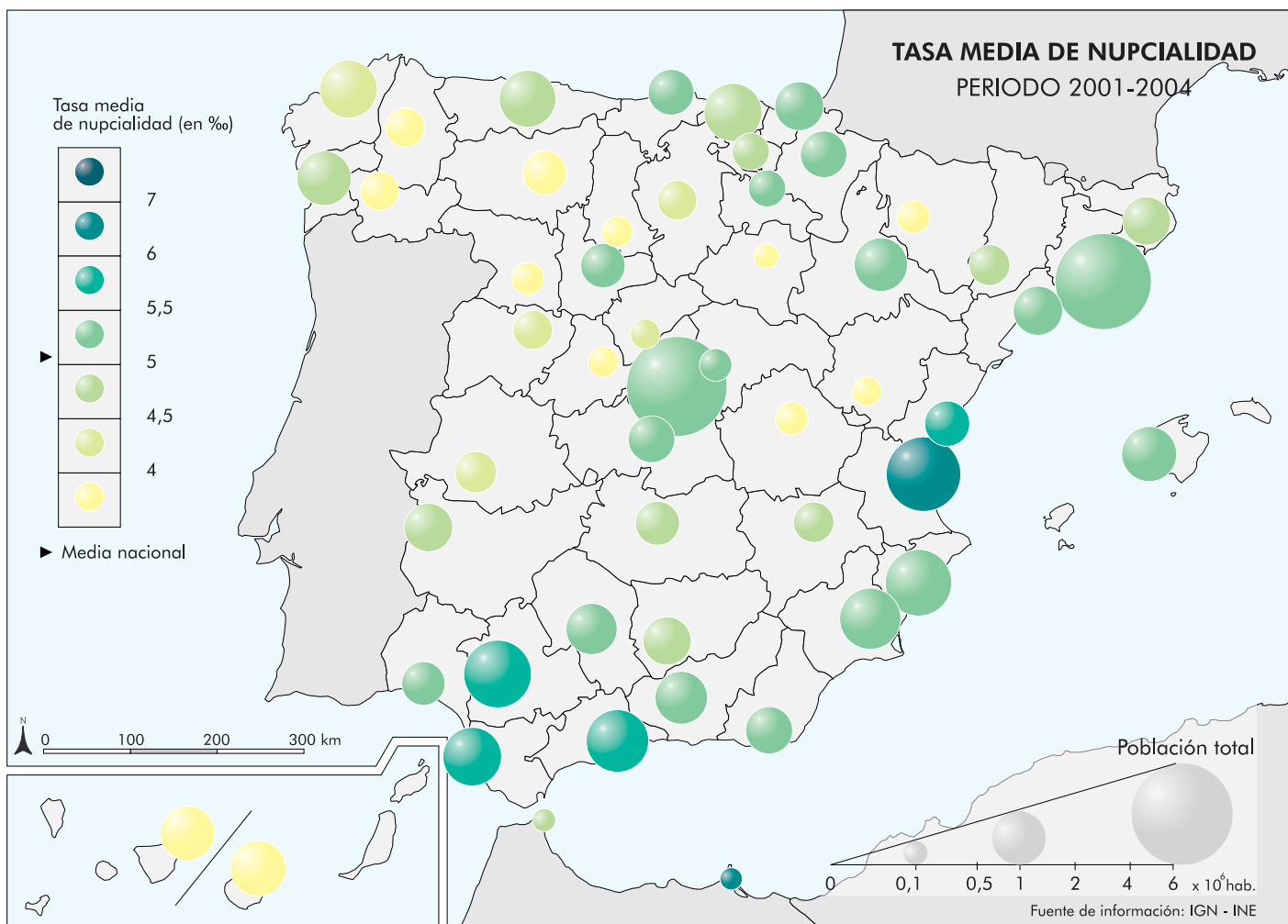
Mapa 4 77: Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1986-1990.



Mapa 4 78: Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1991-1995.



Mapa 4 79: Tasa de nupcialidad, escala provincial, 1996-2000.



Mapa 4 80: Tasa de nupcialidad, escala provincial, 2001-2004.

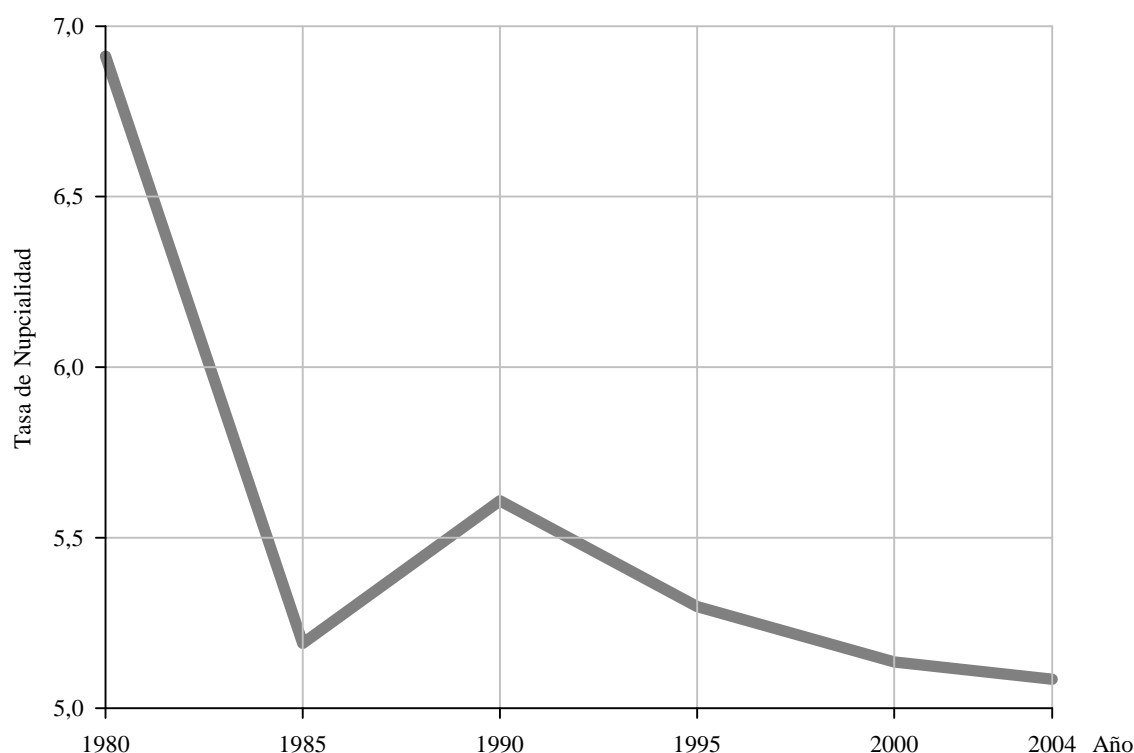


Gráfico 4-6: Tasa de Nupcialidad, medias nacionales entre 1980-2004.

- **La población total:** La tasa de nupcialidad calcula el número de matrimonios que se realizan en un año por cada mil habitantes, de manera que se puede considerar la población total como cifra de referencia que gradue volumétricamente los símbolos puntuales para lograr una correspondencia visual adecuada lo cual se realiza a través de la trayectoria 20.

B) Análisis geográfico: Los valores más recientes han llevado la tasa de nupcialidad española a poco más del 5 por mil en el periodo 2001-2004, cuando en los años de inicio de la transición democrática española estaban cercanas al 7 por mil y, con todo, ya eran mucho más reducidas que las que habían caracterizado fases anteriores de nuestra historia. En 30 años se ha producido una reducción de tan solo un 2 por mil de la nupcialidad en un periodo en el que nuestra sociedad ha experimentado cambios tan importantes como la Ley del Divorcio o la más reciente que permite matrimonios homosexuales, aunque todavía no aparezca recogida en la última de las fechas de referencia de la cartografía.

El recorrido de la variable principal en sus valores provinciales se mueve también entre límites muy estrechos que van del máximo de Álava con un 8,09 por mil en 1975-1980 al mínimo de Valladolid con 2,40 por mil en el periodo 1981-1985.

El primero de los periodos considerados, de 1975 a 1980, es el que ofrece las nupcialidades más elevadas en el conjunto de las provincias, pero tampoco es ya un periodo de altas cifras. El inicio de la crisis económica de mediados de los setenta, con disminución asociada de las expectativas de futuro repercute, sin duda, en el número de nuevos matrimonios; pero también las nuevas condiciones de la transición democrática y la pérdida de los valores católicos que habían caracterizado el régimen anterior colaboran para que se vayan incrementando nuevas formas de relación de pareja menos o nada oficializadas, que se van traduciendo en disminuciones sustanciales de las bodas religiosas e, incluso, de la suma de religiosas y civiles. La provincia que registra mayores tasas de nupcialidad en el periodo es Álava, con un 8,09 por mil siendo la única provincia española que supera el 8 por mil mientras que la provincia en la que se registran menos bodas respecto a su población total es Soria, con un 4,4 por mil, que se incluye en un grupo que no alcanzan el 5 por mil (Zamora, Salamanca, Ávila, Guadalajara y Cuenca), y se encuentran bastante alejadas por aquellas fechas de buenas perspectivas económicas y que se convierten por lo tanto en tierra de emigración de población joven.

El periodo 1981-1985 contrae todavía más el recorrido de la variable a la par que se produce una nueva reducción de las cifras de nupcialidad. La media nacional desciende hasta el 5,19 por mil, siendo Melilla la ciudad autónoma de mayor nupcialidad con un exiguo 6,49 y Valladolid la provincia que menos con apenas un 2,4 por mil, sin que en este caso quepa apuntar tanto los factores económicos cuanto el cambio producido en los hábitos sociales. De hecho, por debajo del 4 por mil aparecen cuatro provincias (Girona, Murcia, Valladolid y Salamanca) con tendencias de desarrollo bastante diferenciadas entre sí. En el otro extremo registrando las mayores nupcialidades, están la mayor parte de las provincias andaluzas y las de Canarias, pero moviéndose en valores que apenas rozan o rebasan por muy poco el 6 por mil.

El periodo 1986-1990 presenta un leve incremento de la media nacional que pasa del 5,19 al 5,61 por mil, vinculado quizás a una mejor situación socioeconómica, mientras que el recorrido de la variable experimenta una casi imperceptible mayor amplitud con el 4,23 por mil de Valladolid y el 6,93 por mil de Las Palmas como valores extremos. En el mapa se dibuja, no obstante con mayor claridad, la dicotomía entre una mitad septentrional de menores nupcialidades y el Sur-Este con valores ligeramente por encima de la media española.

Es la década de los ochenta cuando de manera más fuerte se hacen sentir los efectos de la crisis económica que azotó España, y de un cambio en el modelo productivo del empleo para toda la vida por otro más temporal, sobre todo para los más jóvenes. Igualmente se asiste a un cambio en el mercado de la vivienda, con incrementos superiores a los salarios y la inexistencia de un mercado de alquiler que favoreciese la emancipación. Si a esta situación de precariedad laboral se añade la asunción del

cambio en el modelo de relaciones fuera del marco matrimonial, se cimienta un cambio que ha favorecido la reducción de las tasas de nupcialidad hasta el momento presente.

La primera mitad de los noventa vuelve a registrar un leve descenso de la nupcialidad que sitúa la media nacional en el 5,3 por mil. En este momento las tendencias respecto a nupcialidad y edad de entrada al matrimonio parecen ir en sentido contrario y cuanto más se retrasa la edad nupcial menores son las tasas. El Sur español, incluyendo Canarias y provincias africanas, presenta por lo tanto comportamientos más cercanos a regímenes demográficos menos evolucionados mientras que el norte tiene un comportamiento más maduro.

El cierre del siglo XX registra una nueva caída, aunque leve, de la nupcialidad española que pasa al 5,14, aunque se percibe una clara dicotomía Noroeste – Sudeste, en la que las tasas son significativamente más elevadas en la zona meridional. Todo ello continúa en las tendencias predefinidas en los primeros compases del siglo XXI, cuando la nupcialidad media nacional se queda al borde del 5 por mil (5,09) registrándose un fuerte descenso en las dos provincias Canarias que quedan por debajo del 4 con un comportamiento más parecido a otras provincias norteñas.

Parece, por lo tanto, que esta tendencia en la disminución del número de matrimonios se va a consolidar respondiendo a un modelo de comportamiento social que acepta plenamente a otros modelos de pareja y uniones o a la opción de soltería.

- C) Elementos positivos:** La mayor ventaja que presenta este documento viene de la mano de la propia ordenación como serie. Un mapa independiente permite la interpretación de cada una de las cifras y el descubrimiento de las relaciones, diferencias o semejanzas entre las provincias en una fecha concreta, sin embargo la concepción de esta serie permite lo mismo para todas las provincias en todos los periodos considerados, de manera que se pueda llegar a conclusiones que abarquen la totalidad de los procesos.
- D) Elementos mejorables:** Asumiendo la ya considerada complejidad de las representaciones volumétricas, tan solo un aspecto es susceptible de ser considerado como manifiestamente mejorable en esta serie: la elección de los colores de la leyenda de Tasa de Nupcialidad en concreto el intervalo final, para el que se ha empleado un amarillo puro que desentona ligeramente respecto al resto de tonos (*Vid. Tabla 4-2*). Aun siendo cierto que es la secuencia lógica a seguir habría resultado conveniente incorporar un porcentaje, aunque fuera mínimo, de Cyan en el intervalo de datos inferiores a cuatro para homogeneizar la secuencia cromática.

Tabla 4-2: Desarrollo en porcentajes de Cyan, Magenta, Amarillo y Negro del color de cada intervalo

| Intervalos | CMYK |
|------------|--------------|
| > 7,0 | 100/55/50/10 |
| 6,1 - 7,0 | 100/25/50/0 |
| 5,51 - 6,0 | 80/0/50/0 |
| 5,1 - 5,5 | 50/0/50/0 |
| 4,51 - 5,0 | 30/0/50/0 |
| 4,1 - 4,5 | 15/0/50/0 |
| < 4,0 | 0/0/50 |

E) Posibles alternativas: Al comienzo de este apartado ya ha sido señalado que la alternativa más evidente es evitar el tratamiento seriado de estos mapas, por lo que no se incidirá más en este aspecto al igual que no se pretende insistir, porque ya se ha hecho previamente, en la opción de cambiar el dimensionado volumétrico por el superficial, para ganar en simplicidad y facilidad de interpretación pero perder en concepción estética y percepción adecuada de las entidades con menor carga demográfica.

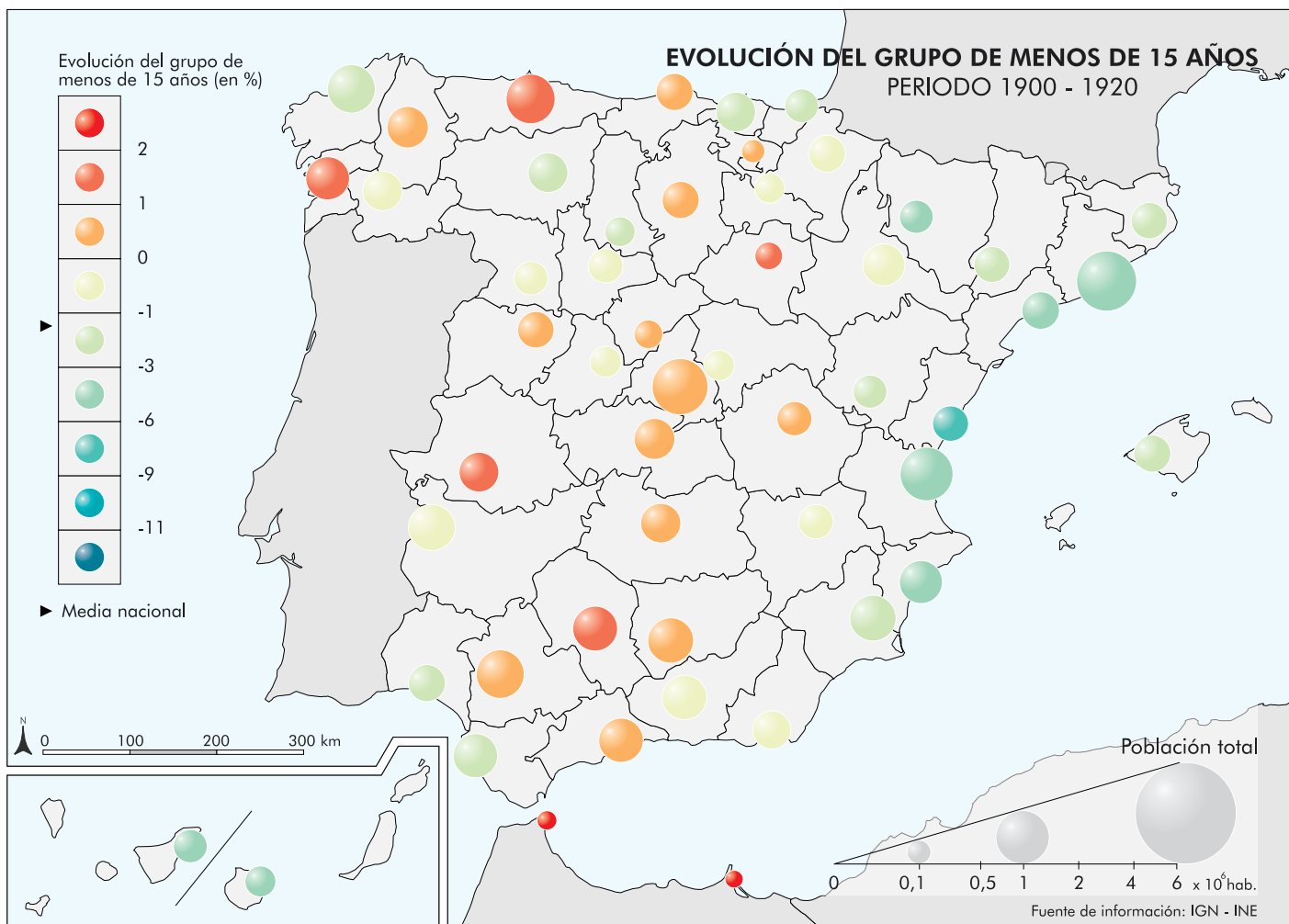
4.2.6.1.2. Series provinciales codificadas mediante leyenda divergente: La evolución de los menores de 15 años

(Vid. Mapa 4-81, Mapa 4-82, Mapa 4-83, Mapa 4-84 y Mapa 4-85)

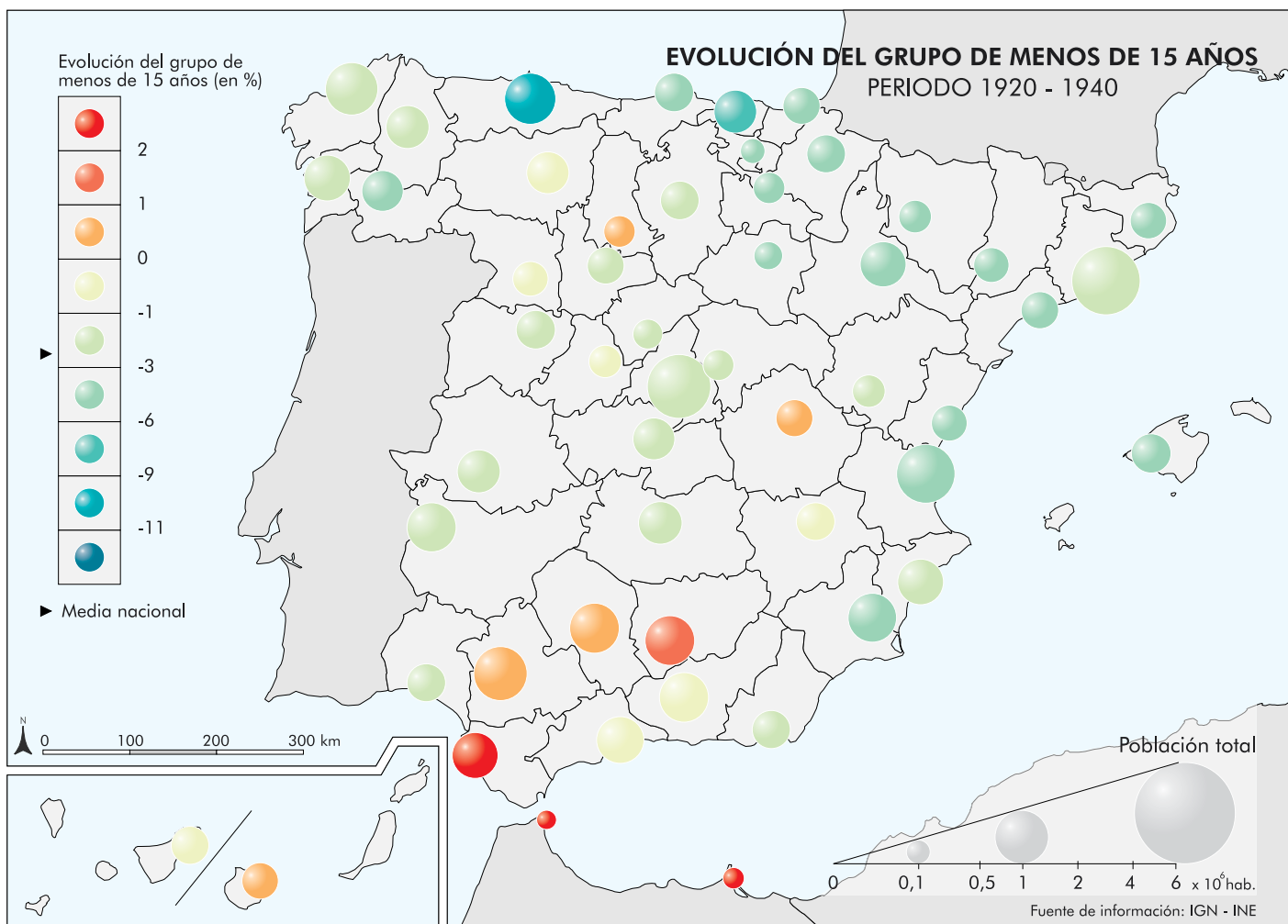
A) Comentario cartográfico:

| EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN MENOR DE 15 AÑOS | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Evolución de la población menor de 15 años | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

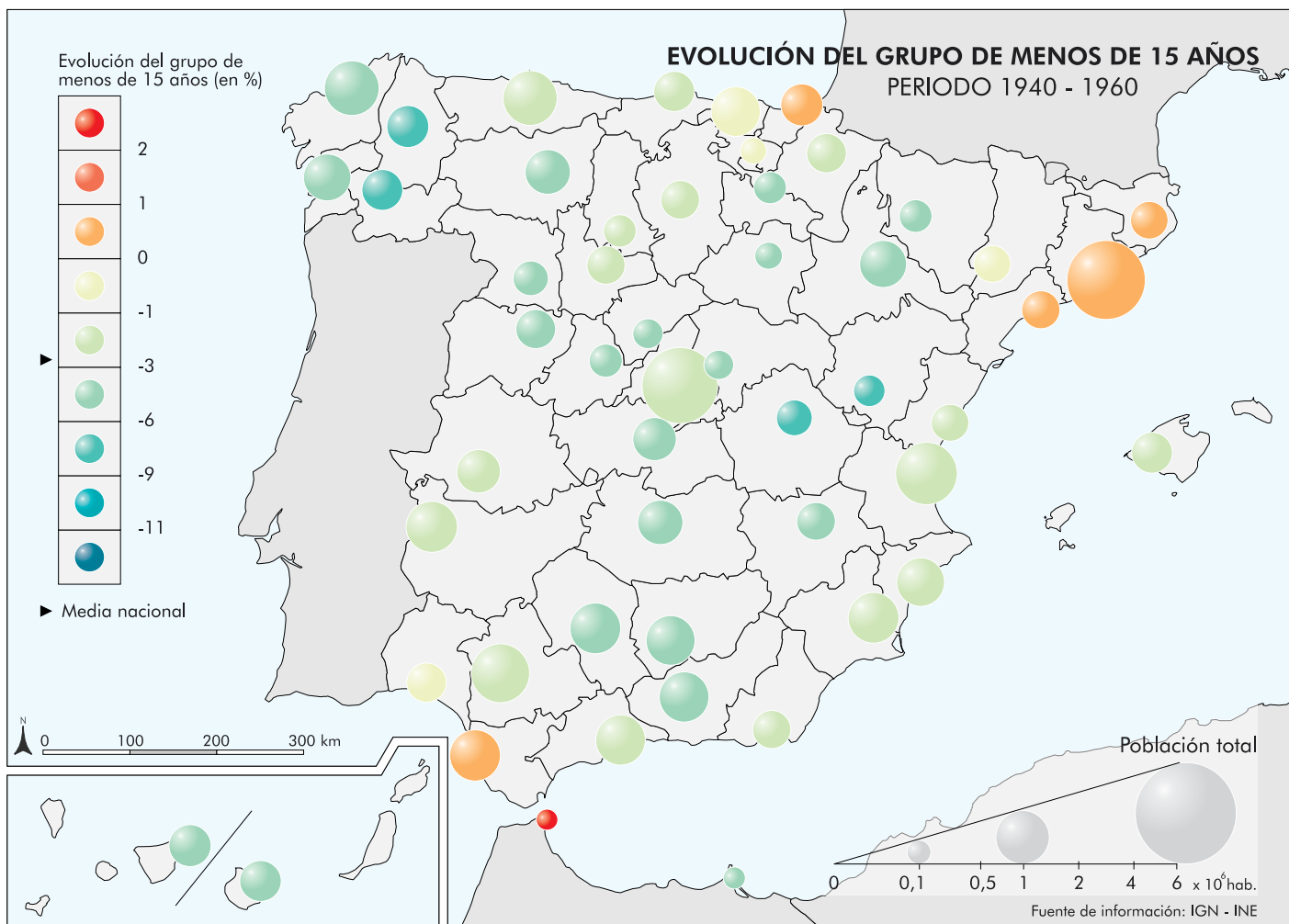
Este es otro de esos casos en los que mapas que pertenecen a una misma serie parecen no tener nada que ver y en los que la lectura individual reflejaría una inadecuada elección de los intervalos de las leyendas. Los cambios trascendentales en la estructura de la población que han sucedido en España durante el siglo pasado son consecuencia de un cambio de modelo demográfico, cuya transición ha generado una sociedad más envejecida, con una media de edad más avanzada y una esperanza de vida mayor.



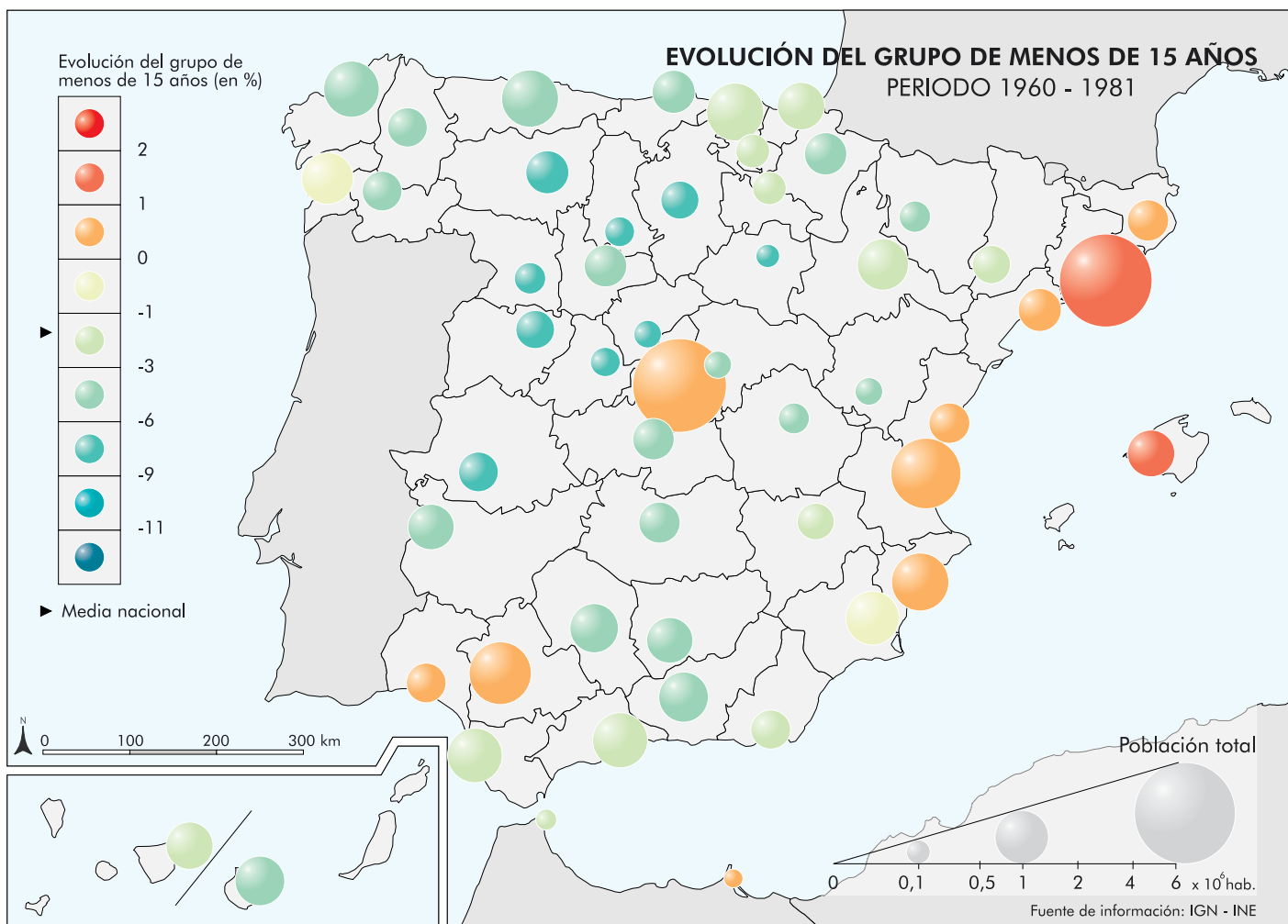
Mapa 4 81: Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1900-1920.



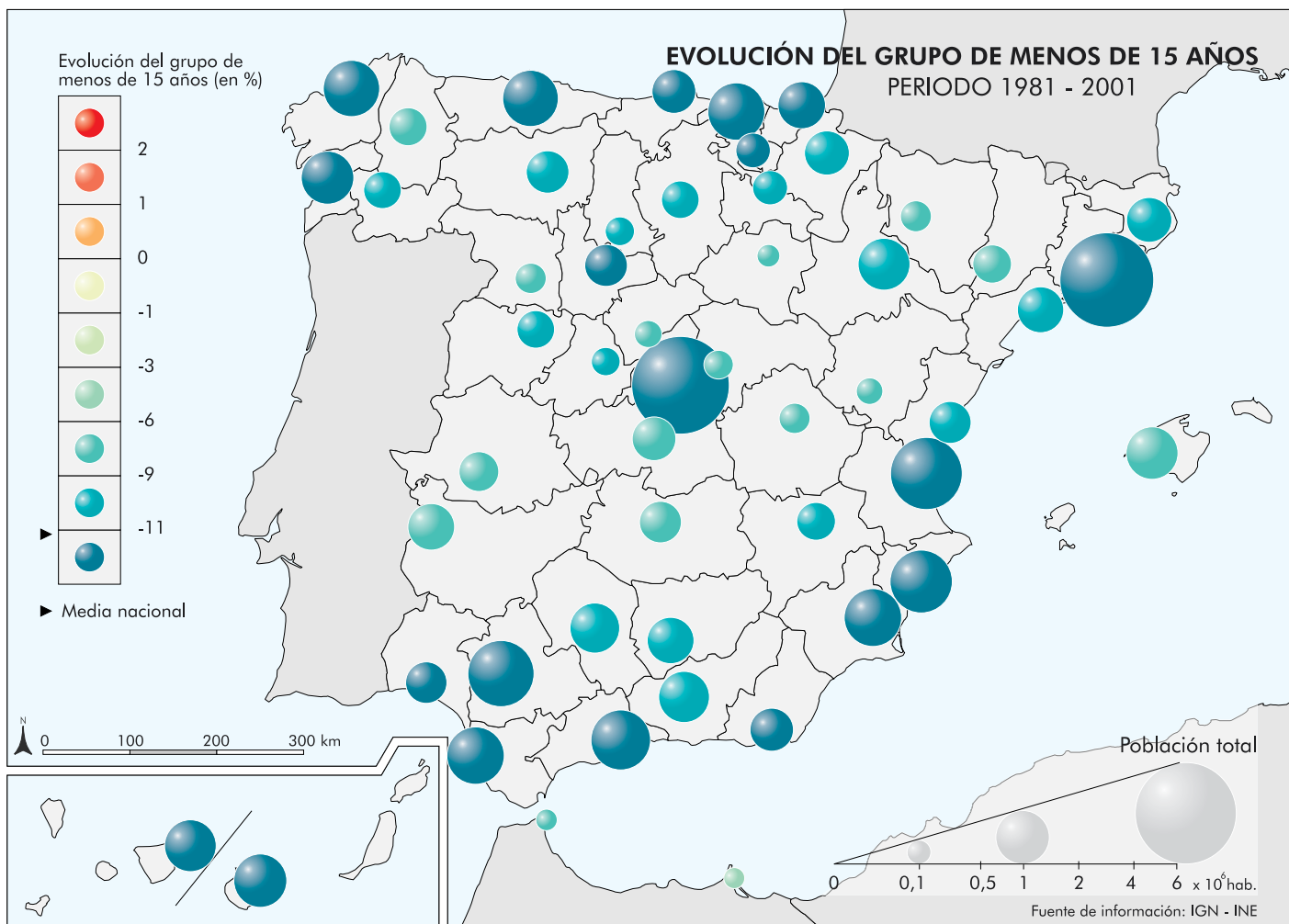
Mapa 4 82: Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1920-1940.



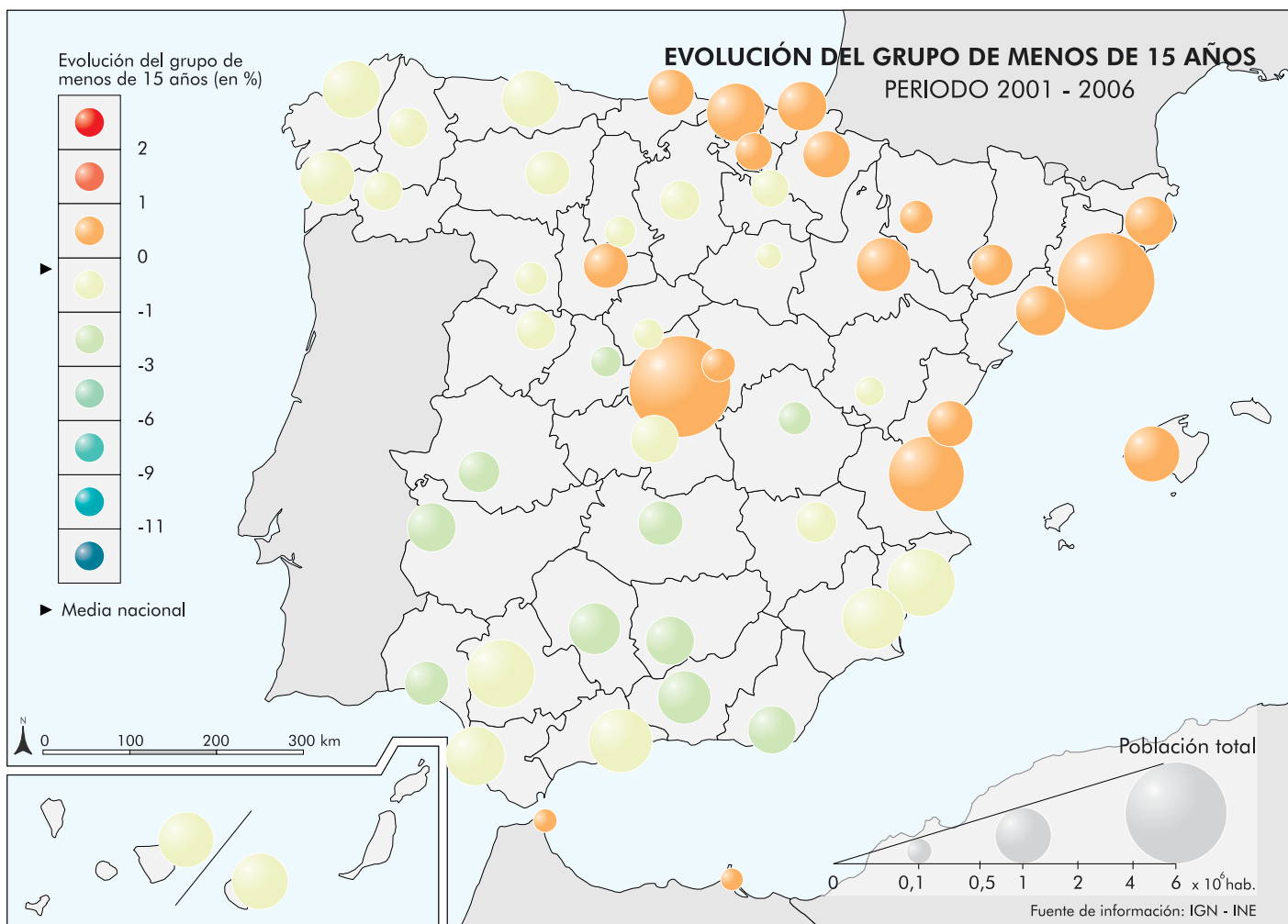
Mapa 4 83: Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1940-1960.



Mapa 4 84: Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1960-1981.



Mapa 4 85: Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 1981-2001.



Evolución de la población menor de 15 años, escala provincial, 2001-2006.

Todos estos cambios hacen que la leyenda necesaria para realizar una lectura comparada en lo que se refiere a la evolución de la población menor de quince años, útil para el estudio conjunto, resulte poco significativa para cada uno de los mapas.

El comentario respecto a esta serie discurre de forma paralela al expuesto en el ejemplo anterior, debido a que tanto la concepción como el desarrollo cartográfico son prácticamente iguales tal y como se puede observar en el cuadro que refleja las trayectorias y composición utilizadas. Tan solo un matiz justifica la inclusión de esta serie en el comentario: la variable real permite el empleo de leyendas de valor divergentes, aspecto relevante en el que se incidirá más adelante.

Los periodos seleccionados corresponden a periodos intercensales de 20 años de amplitud entre 1900 y 2001, último censo oficial por lo que es necesaria la creación de cinco mapas: 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981 y 1981-2001, para cada uno de los cuales se recogen dos variables:

- **La evolución de la población menor de quince años:** Esta variable, al tener carácter dinámico, diferencia entre crecimientos positivos y negativos, por lo que permite el establecimiento del valor nulo como elemento crítico en la concepción de una leyenda divergente en torno al mismo. Este valor es común a todos los mapas independientemente del periodo porque para todos ellos tiene la misma significación: ausencia de evolución en el indicador.

Teniendo en cuenta que la variable es de naturaleza cuantitativa y se mide en escala absoluta por estar expresada en porcentaje y no en cifras absolutas, se ha optado por la codificación en forma de implantación puntual y combinación valor-color, asignándole el peso temático de la serie.

Siendo posible el empleo de una cifra común significativa para todos los periodos se ha optado por el uso de una leyenda divergente en torno al cero, en la que los crecimientos positivos se muestran en colores cálidos y los negativos en fríos haciendo claro uso de la semiótica cartográfica.

El histograma de los datos pertenecientes a todos los periodos (*Vid. Gráfico 4-1*), muestra una distribución desigual, mayoritariamente situada por debajo de cero lo que obliga al empleo de una leyenda con mayor número de intervalos en gama fría para poder realizar un análisis adecuado. Este desequilibrio numérico se refleja en un desequilibrio visual al existir un mayor número de intervalos en colores verdes-azules que se convierten en la gama predominante de la serie.

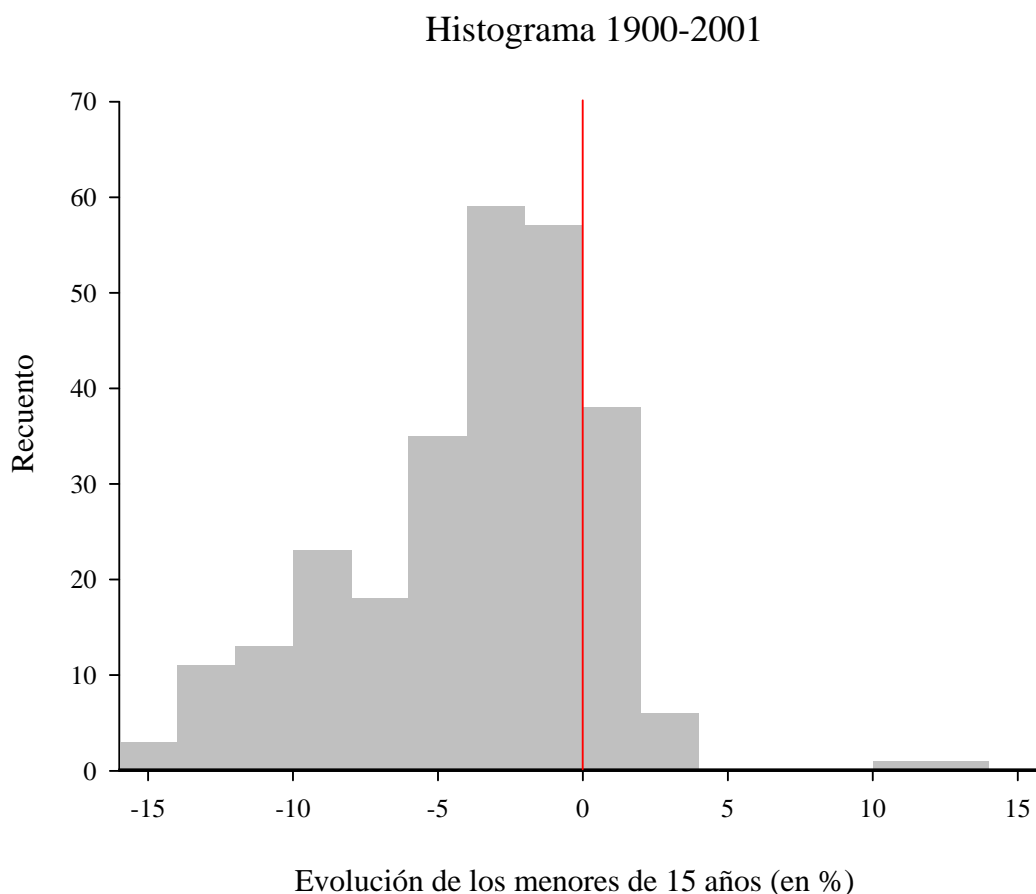


Gráfico 4-7: Histograma correspondiente a los datos de todos los periodos entre 1900-2001 de la evolución de la población menor de 15 años. Elaboración propia.

- **La población total:** La evolución de los menores de quince años refiere al crecimiento, positivo o negativo, de la proporción de la población con menos de quince años respecto al total de efectivos que residen en una provincia, hecho que justifica la inclusión de esta variable, como elemento de referencia sobre el que se superpone el indicador anterior. Al igual que en el resto de cartografía el dimensionamiento volumétrico de símbolos puntuales es la trayectoria seleccionada para codificar esta variable cuantitativa medida en escala de razón. Debido a que cada mapa presenta un periodo de tiempo, se representa la cifra total del último año del periodo.

B) Análisis geográfico: La disminución continuada de la fecundidad, con un número cada vez más reducido de hijos por mujer; el incremento de la esperanza de vida ligado muy directamente a la reducción de la mortalidad de los menores de un año, y los avances socioeconómicos que se traducen también en las mejoras sanitarias, y aumentan la población total, han hecho que la proporción de los menores de 15 años haya ido disminuyendo a lo largo del proceso que se ha denominado de transición demográfica y que, en España, puede verse perfectamente reflejado a lo largo del siglo XX.

Este periodo se refleja en la cartografía aquí presentada de acuerdo con las cifras totales de los censos de 1900; 1920; 1940; 1960; 1981 y 2001, y con sus evoluciones intercensales que constituyen las cartografías de este apartado.

Entre los censos de 1900 y 1920 las provincias españolas tienen un comportamiento bastante diversificado en lo referente al porcentaje de menores de 15 años. Algunas como Castellón o Alicante llegan a perder en torno al 6,3 por ciento de los niños que tenían 20 años antes, mientras que otras, como las ciudades autónomas norteafricanas, ganan más del tres por ciento. En general, se observa una tendencia a la disminución y prueba de ello es que la media nacional baja un 1,29 por ciento, con 30 provincias que reducen proporcionalmente sus efectivos de niños.

Entre los censos de 1920 y 1940, la reducción todavía es más importante. La media nacional pierde un 2,46 por ciento de niños respecto a los que tenía en las dos décadas anteriores, lo que es en parte influencia de los no nacidos en los años de guerra, y hay más de cuarenta provincias en las que se ven debilitadas sus estructuras demográficas en los estratos inferiores de la pirámide. El recorrido de la variable adquiere una mayor amplitud, moviéndose entre el 9,27 por ciento que pierde Asturias, que junto con Vizcaya, Álava y Cantabria, muestran de forma ostensible las consecuencias de la guerra civil, y la débil revitalización del sur de España, pues aunque Melilla muestre un 13,2 por ciento de mejora de forma puntual, la siguiente provincia, Cádiz, estaba a más de doce puntos de diferencia de aquella.

Las décadas de los cuarenta y cincuenta son de una gran natalidad, aunque salpicados sus resultados por los procesos migratorios campo-ciudad que ya empiezan a producirse y que conllevan el traslado de poblaciones jóvenes a ciudades, y la subsiguiente pérdida de nacimientos en el medio rural. España pierde un 2,62 de sus niños en la estructura demográfica de 1960, y tan solo media docena de provincias mejoran mínimamente esta presencia infantil respecto al final de la Guerra Civil Española. Por otra parte, entre las que registran las mayores pérdidas aparecen ya las provincias de la España Interior, que han visto marchar a buena parte de sus efectivos demográficos jóvenes, como son los casos de Lugo (-7,57 por ciento), Cuenca (-6,64 por ciento), Ourense (-6,13 por ciento), Teruel (-6,13 por ciento), Soria (-5,52 por ciento) y una larga lista de provincias mayoritariamente rurales que han continuado su progresiva desvitalización juvenil hasta fechas relativamente recientes, cuando se abre paso una cierta contraurbanización selectiva.

Los años sesenta y setenta, especialmente los primeros, son los de las grandes migraciones interiores. Las provincias rurales pierden porcentajes muy elevados de su población, aunque las cifras totales no puedan compararse con las que ganan las provincias de recepción. El resultado es que porcentualmente, las estructuras demográficas de Zamora, Palencia o León pierden más del 8 por ciento de los jóvenes que tenían veinte años antes, mientras que en Burgos, Soria o Ávila las cifras

descienden más del 7 por ciento. A ellas se suma una larga nómina con pérdidas por encima del cuatro por ciento entre las que se encuentran Ourense, Cantabria, Toledo, Granada, Lugo, Asturias, Ciudad Real, Cuenca o Teruel. A destacar que, aunque la inmensa mayoría de las provincias se encuentran comparativamente peor en cuanto a niños que en el censo de 1960, todavía hay alguna que mejora como consecuencia de la selectividad de los movimientos migratorios, lo que ya no sucede en la veintena de años con la que se cierra el siglo XX, en la que la totalidad de las provincias españolas experimentan reducciones sustanciales de la base de su pirámide de población. Ello confirma que los efectos más claros del *baby boom* de la década de los sesenta y primera mitad de los setenta se concentran, fundamentalmente, en los espacios urbanos, en las áreas metropolitanas que se vieron favorecidas por los Planes de Desarrollo y en las provincias en las que el componente agrario todavía es importante.

Efectivamente, entre 1981 y 2001, se produce una crisis de la fecundidad que afecta a la natalidad global española y que deriva en que las cohortes demográficas de los años más jóvenes vayan perdiendo peso, hasta el punto de ser menos de la mitad en muchos casos de las que podían registrarse veinte años antes y, por supuesto, muy inferiores a las que se podían ver a principios del siglo XX. Además esta situación se intensifica gracias al aumento de la esperanza de vida en las cohortes más ancianas.

- C) **Elementos positivos:** Al igual que en el caso anterior, el elemento positivo principal reside en la posibilidad de comparación entre los mapas, el uso de una leyenda divergente en torno al valor cero facilita una lectura más sencilla y significativa para el receptor, puesto que le permite conocer a primera vista el signo del cambio sin necesidad de profundizar más en el mapa.
- D) **Elementos mejorables:** Quizá un aspecto podría ser modificado para conseguir una serie más conveniente: el equilibrio cromático entre las dos gamas secuenciales que forman la leyenda divergente. Los colores cálidos tienen un mayor peso visual, tanto en lo que hace referencia a los tonos más suaves de la gama fría como a los más saturados, el rojo tiene un peso visual mucho mayor que el más saturado de los verdes-azulados. Una evolución positiva entre un uno y un dos por ciento recibe una ponderación visual de mucha mayor envergadura que si fuera negativa, lo cual es susceptible de mejora. Si bien es cierto que la exigencia numérica de alargar la leyenda en su parte baja obliga al empleo de una leyenda más extensa que impide la comparación completa con sus pares positivos.
- E) **Posibles alternativas:** Tan solo hacer referencia a lo ya mencionado para el apartado anterior

4.2.6.2. El empleo de series a diferentes escalas: La población extranjera

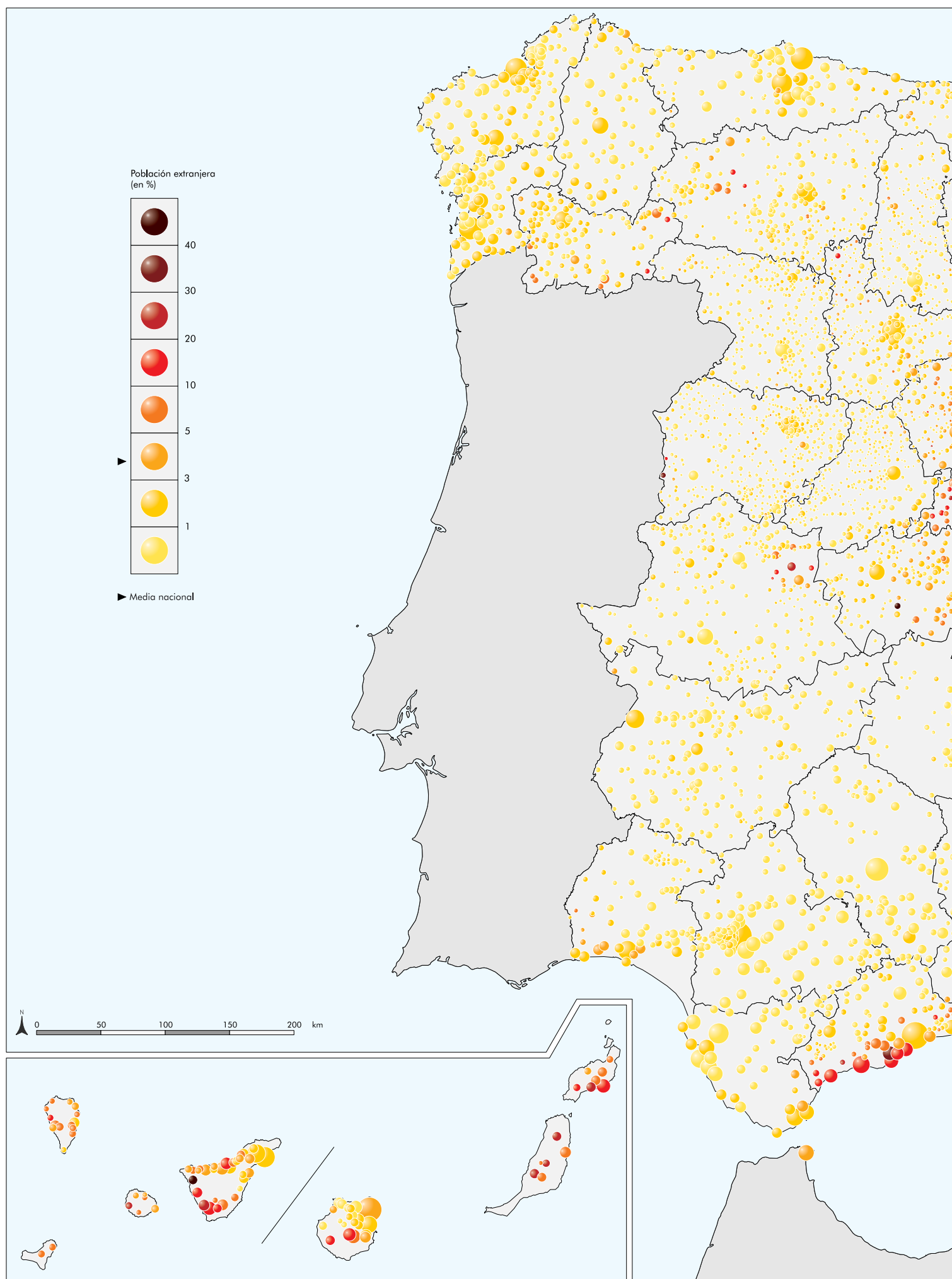
(Vid. Mapa 4-86, Mapa 4-87, Mapa 4-88 y Mapa 4-89)

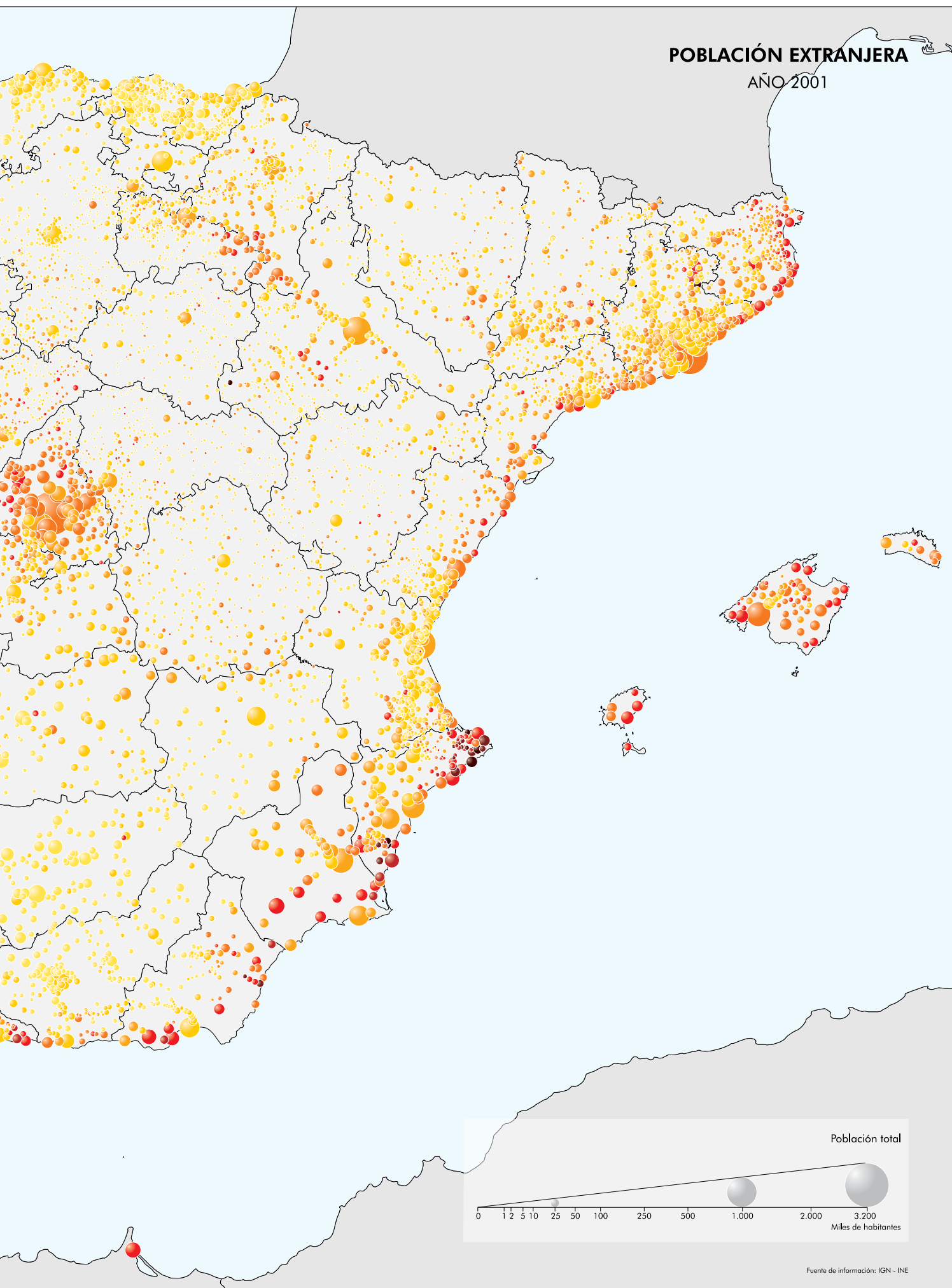
A) Comentario cartográfico:

| POBLACIÓN EXTRANJERA | | | | | | |
|----------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Población Extranjera | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

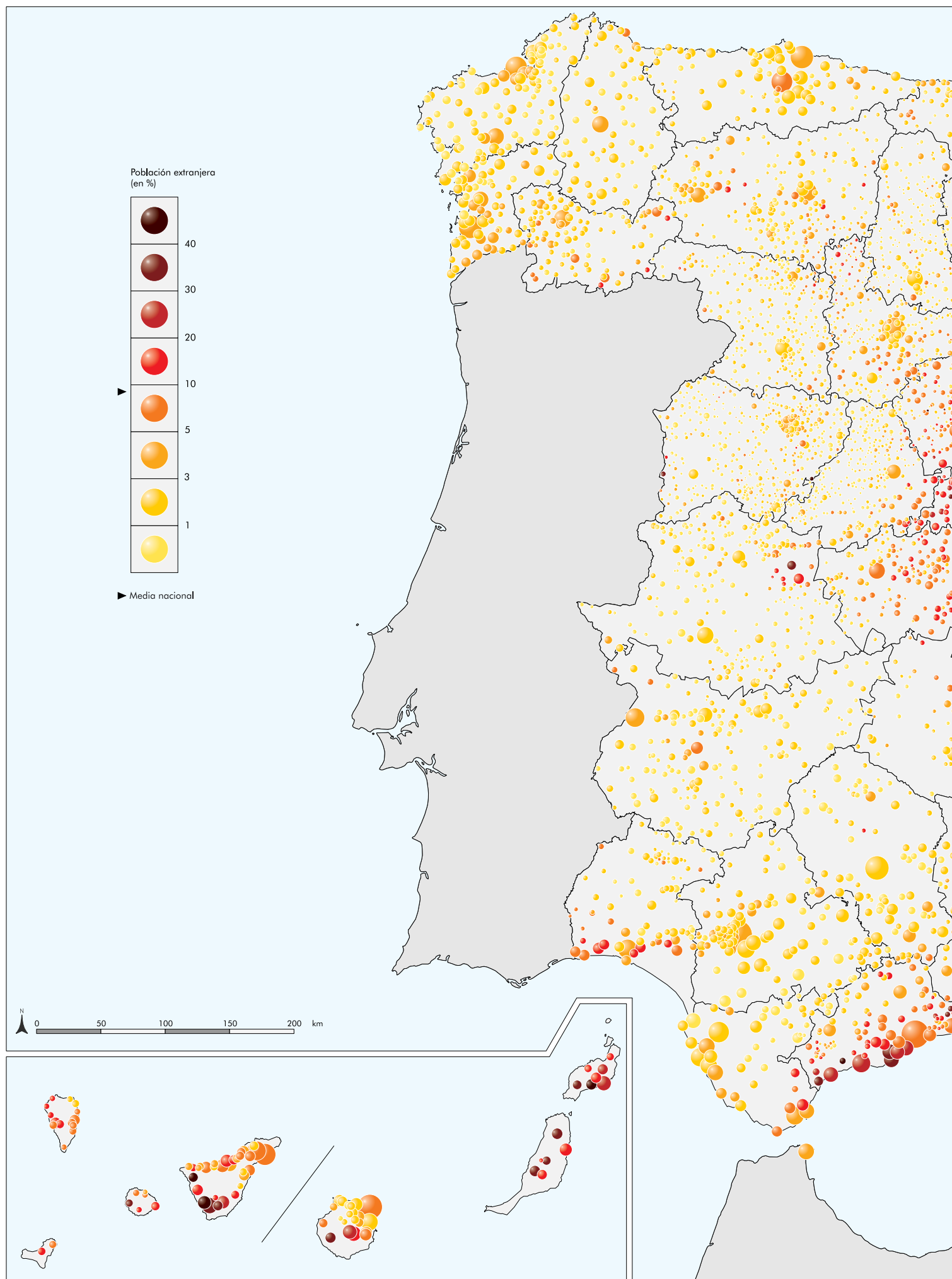
La característica principal de esta serie es su consideración como tipo 4, respecto a la clasificación propuesta en el capítulo anterior, lo que remite a la representación de una misma variable a dos escalas diferentes y a fechas diferentes, con resultados comparables. En este caso los dos ámbitos de trabajo utilizados son las provincias y los municipios, la base cartográfica del primer ámbito recoge 52 entidades mientras que la segunda cuenta con más de ocho mil. Esto convierte el trabajo conjunto con ambas en un problema complejo y condiciona notablemente la posibilidad de comparación absoluta. Las fechas seleccionadas son el año 2001 por comenzar la serie con el momento censal más reciente y el 2006, último dato oficial publicado por el INE antes de realizar la cartografía, el periodo considerado resulta eficaz puesto que España ha sufrido los principales cambios a este respecto al entrar en el siglo XXI.

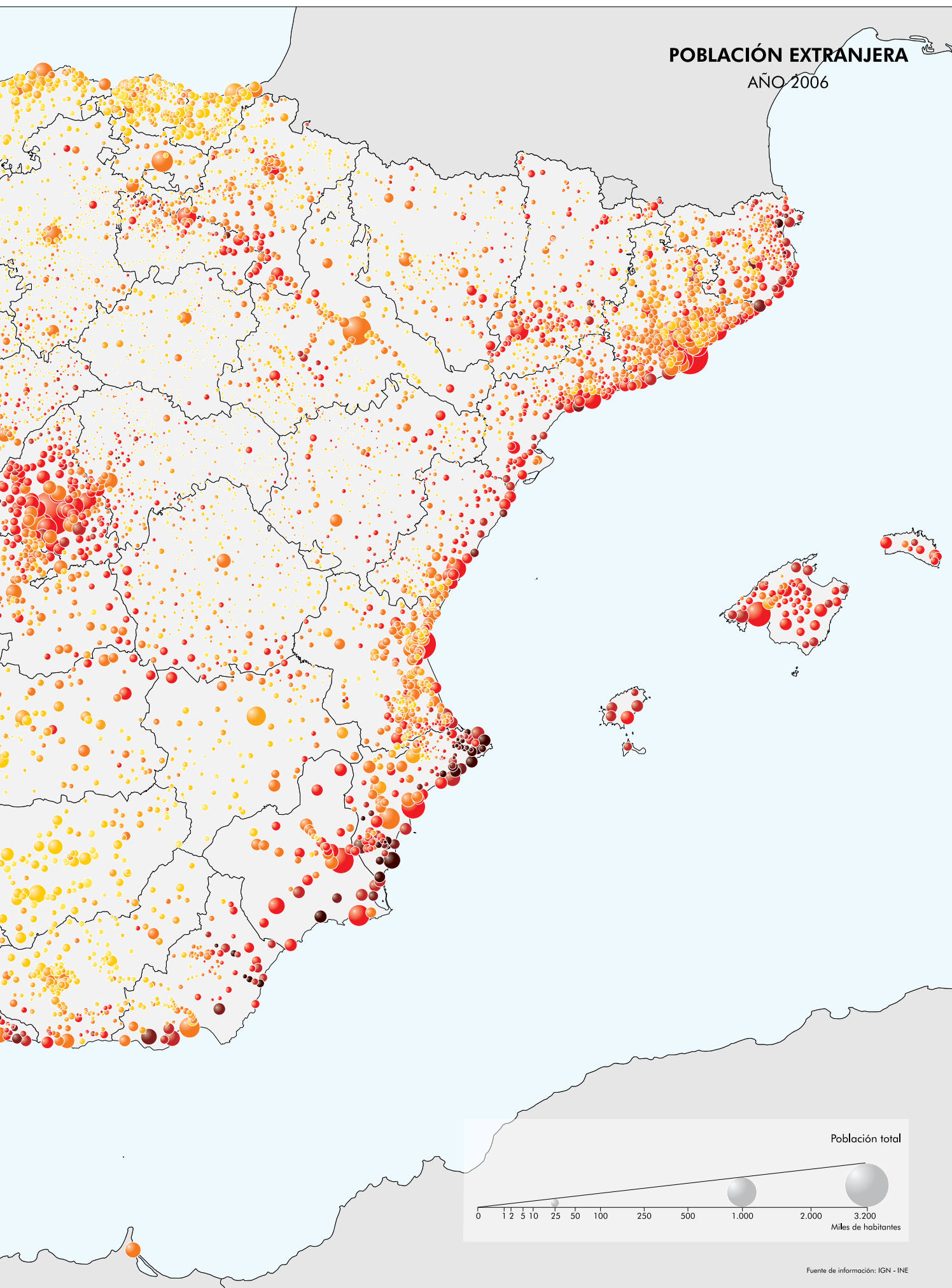
De esta manera se configura una serie formada por dos mapas provinciales a 2001 y 2006 y dos municipales para las mismas fechas. Todos ellos reflejan las dos mismas variables: La población extranjera y la población total, la primera de las cuales se configura como variable principal y condiciona la elección de la segunda. Debido a que refiere a una proporción respecto al total de población se han utilizado las cifras totales como marco de referencia mediante la trayectoria 20, es decir utilizando simbología puntual que gradúa de forma proporcional el valor de cada entidad respecto al volumen de una esfera figurada. Esta codificación se ha realizado de forma independiente para los municipios y para las provincias puesto que no era posible concebir una leyenda apta para las dos por lo que no es factible la comparación entre escalas, aunque sí entre fechas diferentes.



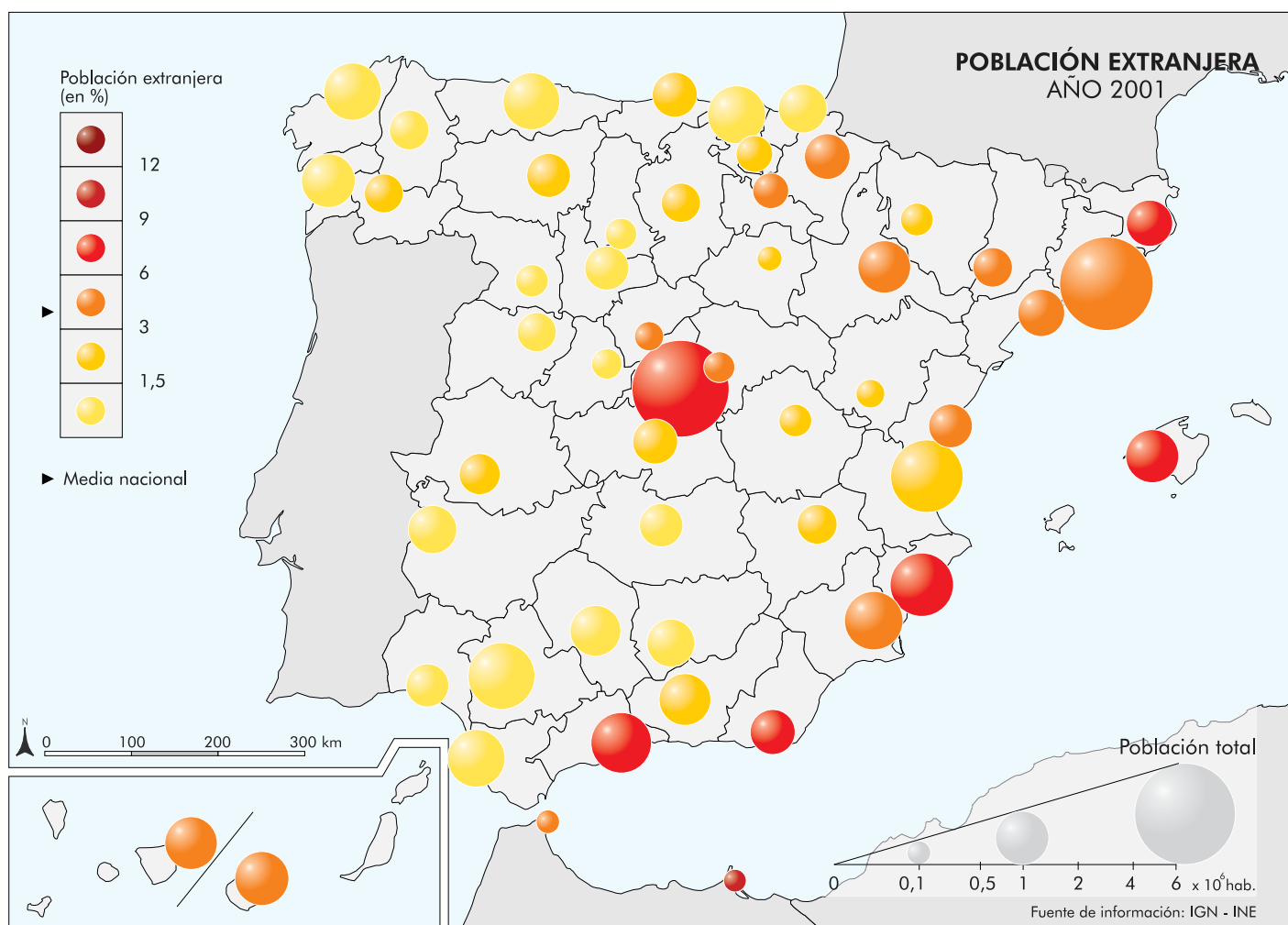


Mapa 4 86: Población extranjera, escala municipal, 2001.

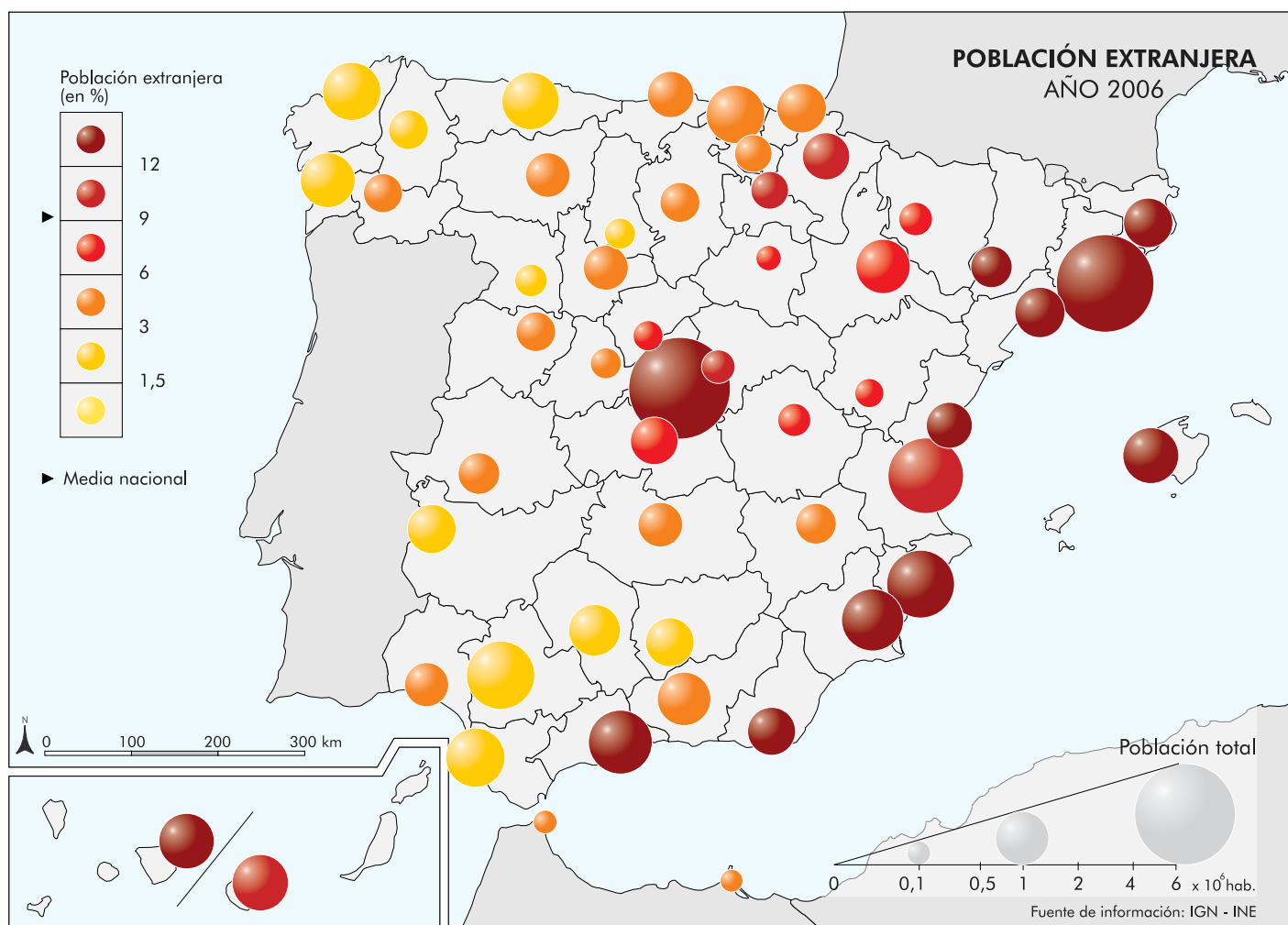




Mapa 4 87: Población extranjera, escala municipal, 2006.



Mapa 4 88: Población extranjera, escala provincial, 2001.



Mapa 4 89: Población extranjera, escala provincial, 2006.

La población extranjera, entendida como el porcentaje de la misma respecto al total de efectivos demográficos residentes en una entidad, es un indicador cuantitativo medido en escala absoluta que ha sido codificado a través de la trayectoria 27, tal y como se muestra en el cuadro, que emplea implantación puntual y la combinación valor-color. Ésta es considerada como la variable principal de la serie, es por eso que los esfuerzos se han centrado en el diseño de una discretización tanto de la variable real como de la visual que permita la puesta en relación de ambas escalas.

La leyenda de la escala provincial presenta seis intervalos en una gama cromática que degrada el granate hasta el amarillo, mediante una ordenación secuencial en la que se han considerado cinco umbrales para ambas fechas (*Vid. Tabla 4-3*): 1, 3, 5, 10 y 15 que se creen apropiados para mostrar la distribución provincial. Por otra parte resulta obvio que un tratamiento adecuado de la escala municipal requiere una discretización más exhaustiva, por lo que su leyenda se estructura en ocho intervalos. Sin embargo la selección de los umbrales se ha realizado teniendo en cuenta tanto la distribución provincial como la municipal de forma que las cuatro clases inferiores coincidan y se dejan los superiores para que la leyenda resulte también útil para la escala más desagregada (*Vid. Tabla 4-3*).

De igual modo que se ha buscado compartir parte de la discretización de la variable real, se han aplicado a las dos leyendas los mismos colores, de forma que, en lo que refiere a los intervalos compartidos, el mismo croma tenga el mismo significado, por ejemplo: Aquellas provincias o municipios cuyo porcentaje de población extranjera ronde entre el tres y el cinco por ciento está representado por una esfera color naranja formado por un cuarenta por ciento de Magenta y un cien por cien de Amarillo.

El análisis de los mapas permite percibir que no todos los intervalos son empleados en cada mapa pero si en el marco de la serie, de este modo aunque a nivel provincial en 2006 no haya ninguna entidad con menos de un uno por ciento de población extranjera el intervalo se incorpora igualmente en la leyenda puesto que esos valores aparecen en el resto de mapas.

Tabla 4-3: Desarrollo en porcentajes de Cyan, Magenta, Amarillo y Negro del color de cada intervalo

| Escala provincial | | Escala municipal | |
|-------------------|------------|------------------|---------------|
| Intervalos | CMYK | Intervalos | CMYK |
| Menos de 1 | 0/8/80 | Menos de 1 | 0/8/80 |
| 1-2,9 | 0/20/100 | 1-2,9 | 0/20/100 |
| 3-4,9 | 0/40/100 | 3-4,9 | 0/40/100 |
| 5-9,9 | 0/65/100 | 5-9,9 | 0/65/100 |
| 10-14,9 | 0/100/100 | 10-19,9 | 0/100/100 |
| 15 y más | 25/100/100 | 20-29,9 | 25/100/100 |
| - | - | 30-39,9 | 40/100/100/30 |
| - | - | 40 y más | 40/100/100/75 |

B) Análisis geográfico:

En el año 2001 el porcentaje de extranjeros residentes en España era de un 3,77% de la población total, lo que significaba 1.548.941 personas. Cinco años más tarde la cifra había ascendido hasta 4.144.166 personas y con ello alcanzaban el 9,27% de la población. Los extranjeros residentes en España casi se han triplicado en cinco años.

La mayoría de los países de Europa occidental tiene porcentajes superiores a los actualmente registrados en España y los tienen desde hace varias décadas. Era por lo tanto previsible que, con el incremento continuado del nivel de vida español y, sobre todo, con la caída de la natalidad y la falta de población para cubrir puestos de trabajo por la disminución de las sucesivas cohortes de jóvenes, se produjera una atracción que, aunque contenida durante toda la década de los noventa, ha desembocado en los incrementos citados. Sus efectos han sido en general positivos sobre el Producto Interior Bruto español y se han dejado sentir prioritariamente en sectores laborales específicos como la atención a personas mayores y empleo doméstico (mujeres ecuatorianas y en menor medida de Europa del este), la agricultura (población magrebí) o la construcción (Europa del este y en menor medida de otras procedencias). Junto a ellos, sin urgencias de búsqueda de puestos de trabajo, cabe apuntar la presencia de un grupo numeroso de extranjeros procedentes de la UE, con mayores niveles adquisitivos y edades más avanzadas, que se han instalado en España por sus ventajas climáticas y asistenciales.

En cuanto a su distribución provincial, las cifras difieren bastante en el número total de personas entre 2001 y 2006, pero en cambio, si se analiza su peso por provincias en ambas fechas, no hay grandes variaciones.

En 2001 nueve provincias y la ciudad autónoma de Melilla registraban porcentajes de población extranjera por encima del cinco por ciento, sobre el mapa se observa que, con la importante excepción de la provincia de Madrid, que contaba con 362.617 extranjeros, el resto se situaba mayoritariamente en la costa o territorio insular, Castellón, Las Palmas, Murcia, Santa Cruz de Tenerife, Málaga, Girona, Almería, Baleares y Alicante; lo cual es lógico pues también son las provincias costeras y la aglomeración madrileña las receptoras de los mayores crecimientos de población recientes.

En el otro extremo aparecían siete provincias que, diferenciadas cartográficamente en amarillo claro, presentaban menos del uno por ciento de población extranjera: Lugo, Sevilla, Palencia, Zamora, Jaén, Badajoz y Córdoba; mientras que entre el uno y tres se encuentran otras 25. Se trata en general, de provincias que en los últimos años se habían caracterizado por cifras relativamente elevadas de paro o situaciones de reconversión industrial, lo que había mermado su atractivo como lugar de destino.

En el año 2006, como se ha indicado más arriba, la cifra de extranjeros casi se había triplicado y esto se refleja también en los porcentajes provinciales de población foránea. Si en

2001 había nueve provincias con más de un cinco por ciento de extranjeros, cinco años más tarde eran 29 las que lo superaban. De ellas, había cuatro: Almería, muy vinculada a la agricultura intensiva de invernaderos e igualmente necesitada de mano de obra para su desarrollo turístico; Girona, Illes Balears y Alicante, todas ellas con fuertes demandas de mano de obra para turismo amén de las instalaciones voluntarias de jubilados; estaban por encima del 15% y en esta última, superaban el 20% de su población total.

Madrid, con 800.512 extranjeros era la provincia con mayor número de ellos, seguida por Barcelona con 645.737 y a no demasiada distancia de Alicante que contaba con 359.150.

La media española se situaba en el 9,27% de extranjeros en 2006 y por encima de ella quedaban, además de las provincias citadas, las de Málaga (13,68%), con el peso de su costa del Sol como atracción; Murcia (13,8%), también como Almería con una importante demanda de población para la agricultura; y otras como Castellón (13,91% de extranjeros) Tarragona (13,57%) La Rioja, Lleida o Navarra, donde casi siempre coinciden la agricultura y la construcción como factores de atracción para mano de obra extranjera. Con ellas, las grandes ciudades como Barcelona, Valencia, Madrid y su desbordamiento hacia Guadalajara y las provincias insulares de Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife completaban la nómina de provincias de mayor peso de extranjeros en 2006.

Con valores exageradamente bajos, menos del 3% de extranjeros, había en el año 2006 once provincias, tan solo cinco años antes, en el censo de 2001, la nómina de provincias con menos del 3% de extranjeros ascendía hasta 32 por lo que puede afirmarse que en un lustro se ha operado un cambio trascendental en la composición de la población española.

La comparación entre los datos de 2001 y 2006 arrojan diferencias sustanciales, puesto que también lo son las cifras de extranjeros que han llegado a España en el intervalo de cinco años, pasando del 3,77% al 9,27% de su población total. La distribución no ha sido homogénea ya que aquellas provincias donde los índices de paro eran más bajos han sido las que han recibido mayores porcentajes de extranjeros, puesto que estos tenían más posibilidades de encontrar empleo, mientras que aquellas otras provincias donde la demanda de empleo era inferior son las que han acogido menor porcentaje de trabajadores venidos de otros países. Como ya se ha comentado en ejemplos anteriores, no todos los extranjeros llegan a España por motivos de trabajo. Una buena parte de ellos, especialmente los establecidos en la costa alicantina, Illes Balears, Canarias y Costa del Sol, son personas de edad avanzada, muchas de ellas jubiladas, que se han afincado en España aprovechando el clima favorable y las prestaciones de nuestro sistema sanitario, más amplias que las de sus países de procedencia. Muchos de los municipios del sur de Canarias, de la Costa del Sol, Alicante o Murcia, tienen más de un 30% de población extranjera de origen europeo.

Casi dos mil municipios españoles no tenían extranjeros registrados en 2001 y el porcentaje medio de extranjeros en los municipios españoles estaba en el 2,1%. Cinco años más tarde eran 1.249 los municipios españoles sin extranjeros, de ellos sólo 12 tenían más de

mil habitantes. En 2001 se produce un incremento importante en las llegadas de población extranjera, pero las mayores concentraciones indican que prioritariamente se trata de grupos vinculados al turismo ya que se dan en municipios costeros y proceden mayoritariamente de países de elevado nivel económico como Alemania, Francia o Reino Unido. Los grupos predominantes son además de edades elevadas y no demandan empleo. Destacan los municipios de Calpe, con un 48% de extranjeros, ingleses en su mayoría, Xàtiva con un 31%, Torremolinos con un 18%, Mijas con un 33%, Torrevieja con un 27%, Marbella con un 12% y Benidorm con un 11%.

Hay también otros municipios en los que la mano de obra extranjera es el grueso de la fuerza laboral, como en los cultivos en invernaderos de El Ejido con un 15% de extranjeros censados, pero en este caso su procedencia es africana y se trata de población joven y masculina. Autol y Pradejón (La Rioja), Guissona (Lleida), Cariñena (Zaragoza) y multitud de pueblos murcianos son ejemplos de poblaciones en las que la industria o la agricultura habían atraído ya en 2001 mano de obra extranjera hasta rebasar a veces la cuarta parte de su población censada, aunque normalmente se movían en torno al 10%.

Entre 2001 y 2006 unos setecientos municipios españoles pierden población extranjera, pero de ellos tan sólo Melilla y Ceuta superan los diez mil habitantes. Se trata, en la mayor parte de los casos, de intentos de repoblación rural con familias extranjeras a las que se les ofrecen condiciones favorables para su asentamiento, tratando con ello de mantener abiertas las escuelas locales o algún otro servicio social. Muchas de estas iniciativas no cuajaron y al poco tiempo estas familias extranjeras, casi siempre de habla hispana, se encaminaron hacia las ciudades, que de hecho fueron los principales núcleos receptores cuando se trataba de mano de obra femenina para cuidado de personas ancianas o servicio doméstico; se trataba fundamentalmente de una inmigración femenina e hispanoamericana.

Había también una segunda inmigración procedente de países magrebíes con una orientación más agraria. En este caso la componente principal, joven como en el caso anterior, es mayoritariamente masculina y se fija en núcleos rurales.

Finalmente aparece un tercer grupo de países recién ingresados en la UE que se compone indistintamente de hombres o mujeres, y sus destinos de trabajo son unas veces la construcción y otras las faenas agrícolas en el medio rural cuando su situación no está perfectamente legalizada.

El mapa de 2006, comparado con el de 2001, muestra perfectamente las variaciones tanto en intensidad como en localizaciones. Si en 2001, fuera de Canarias, Illes Balears o la costa mediterránea no había municipios en los que se superara el 20% de extranjeros, en 2006 existen en el interior multitud de municipios que cuentan con esta fuerte presencia de inmigrantes. En concreto, la aglomeración madrileña tiene muchos que reúnen esta condición, que también se ha trasladado a otros de la costa catalana y del interior de Lleida, La Rioja o la comarca de la Ribera navarra debido sobre todo a su importante sector agrícola.

A estos municipios se le añaden las localidades zaragozanas de La Almunia, Calatayud y Cariñena, con fuerte presencia de población rumana y orientación igualmente agraria.

El resultado final es que si en el conjunto español, entre 2001 y 2006, aumenta el porcentaje de extranjeros un 5,50%, tres de las grandes ciudades españolas superan esta cifra: Madrid con un 6,52% de incremento respecto a 2001, Valencia con un 8,05% y Barcelona con un 9,21%. Sin embargo en sus respectivos espacios metropolitanos los incrementos muchas veces superan a los de la ciudad central. Así L'Hospitalet de Llobregat (10,75%) o Badalona (10,13%) superan el 10% de incremento en el quinquenio en el entorno barcelonés y Alcalá de Henares (10,95%), Torrejón de Ardoz (10,18%) o Parla (12,9%), entre otros, superan igualmente este porcentaje en la aglomeración madrileña.

En los municipios insulares, tanto los canarios como los baleáricos, el crecimiento de la población extranjera que se domicilia para pasar en ellos los últimos años de sus vidas, se unen los llegados para emplearse en el turismo. El resultado es un incremento sustancial de los porcentajes de extranjeros en una proporción muy superior a la media nacional.

C) Elementos positivos: La concepción de este mapa muestra la búsqueda de una solución de compromiso entre dos aspectos:

- La creación de una leyenda que permita la lectura conjunta de una sola variable cartografiada a diferentes escalas y fechas
- la adaptación necesaria que posibilite la interpretación en profundidad de los mapas individualmente

Es un ejemplo claro en el que se aprovecha la flexibilidad de la cartografía evitando un diseño que se adapte de manera estricta al código cartográfico, incluso a las normas necesarias para que una serie funcione:

- Los intervalos que configuran las partes inferiores de las leyendas son iguales, tanto a nivel numérico como en su reflejo cromático, sin embargo solo se aplica a la parte de distribución de la variable real que es coincidente para ambas escalas y fechas.
- Habiendo percibido que la escala municipal requiere una leyenda más exhaustiva, se desarrollan una serie de intervalos que reflejen la parte de la distribución que quedaba difuminada con la leyenda de seis intervalos ampliándola hasta nueve.
- Se asume que la comparación entre documentos a nivel de la variable visual tamaño no es posible, pero esto no invalida el trabajo respecto a la concepción seriada de los mapas que se reduce a la lectura conjunta tan solo de los porcentajes de población extranjera.

D) Elementos mejorables: Es necesario hacerse cargo de que la condensación de la cantidad de información temática aquí presentada en cuatro mapas es una tarea complicada, que no siempre alcanza todos los objetivos propuestos. En este caso quizá la exigencia de mejora viene ligada a la consecución de la lectura conjunta a todos los niveles, no solo para la variable población extranjera, sino también para la gradación de los tamaños de las esferas.

E) Posibles alternativas: Aparte de las dos alternativas ya citadas para ejemplos con características similares a los de esta serie (gradación superficial de los símbolos puntuales en vez de volumétrica y renuncia a la organización seriada de los mapas) cabe mencionar otras opciones a considerar:

- La representación dinámica de las evoluciones entre las dos fechas en un mapa único,
- En caso de tratarse de dos mapas a diferentes escalas pero una sola fecha de referencia, habría sido posible articular una leyenda divergente en torno a la media nacional, puesto que ésta es común para ambas.
- Crear dos series diferentes, estructuradas bien por fechas o bien por escalas, en las que las leyendas se ajustaran más a las distribuciones.

4.2.6.3. Resolución correcta de series

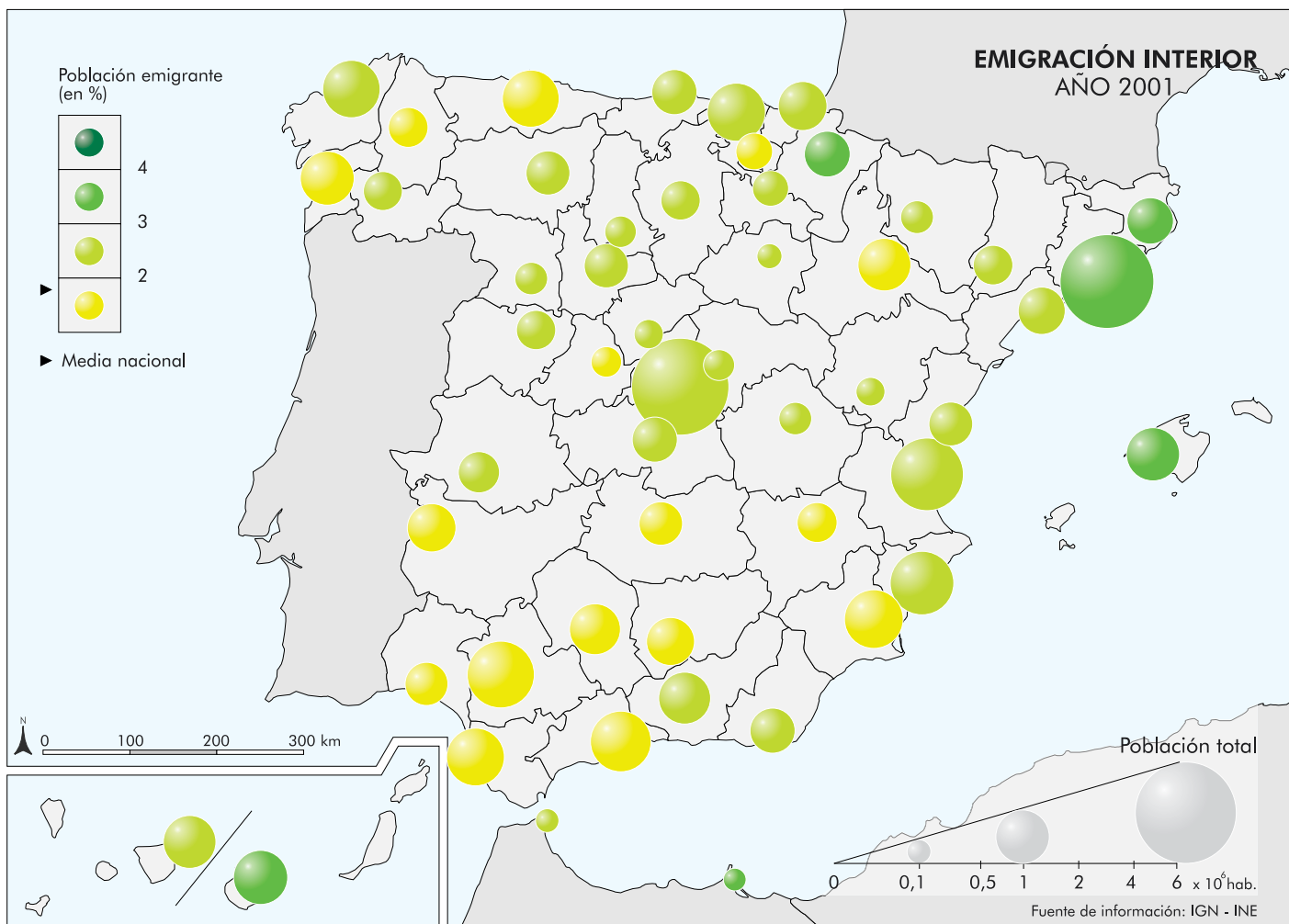
Ya se ha podido descubrir mediante los comentarios realizados a lo largo de este discurso que es raro el mapa con el que el autor está plenamente satisfecho. La necesaria flexibilidad con la que debe aplicarse el código cartográfico a cada situación concreta y la coincidencia de trayectorias óptimas en la inclusión de varias variables en un solo documento obliga a priorizar unos aspectos de la cartografía sobre otros de manera que bajo la consideración del autor la mejor codificación recaiga sobre los elementos principales. Si el diseño cartográfico de por sí resulta complejo, la concepción de series incrementa en varios grados esta complejidad porque pone en juego la consideración de un número más elevado de factores.

A continuación se presentan dos ejemplos que por algún aspecto concreto relacionado con la seriación merecen la pena ser resaltados: en primer lugar se presenta una serie en la que la utilización del color se han realizado de forma satisfactoria para posteriormente pasar a la profundización en una de las series más complejas que se han realizado puesto que incluye dos escalas de trabajo y la consideración de un número elevado de periodos temporales.

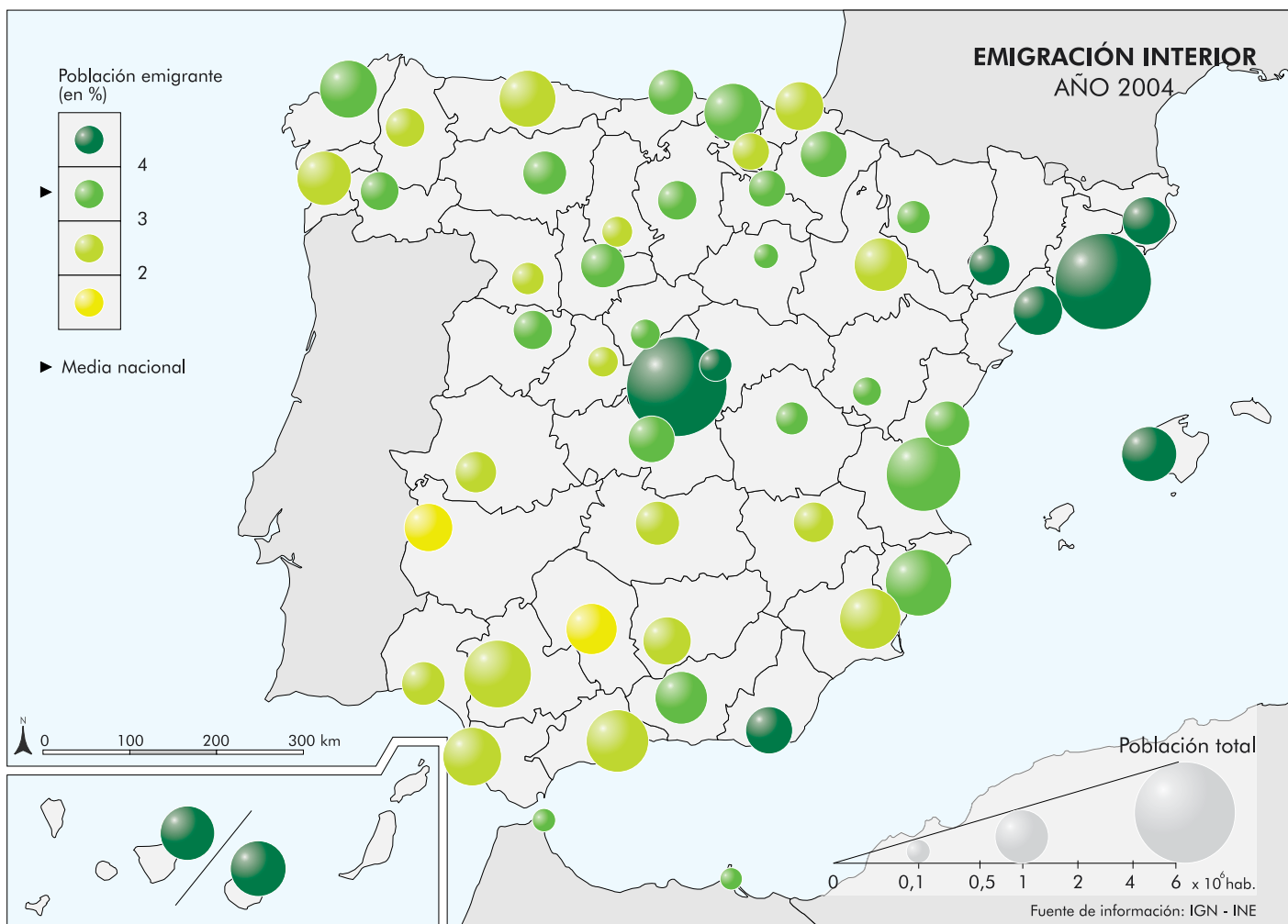
4.2.6.3.1. Componentes de los movimientos migratorios internos españoles:

(Vid. Mapa 4-90, Mapa 4-91, Mapa 4-92, Mapa 4-93, Mapa 4-94 y Mapa 4-95)

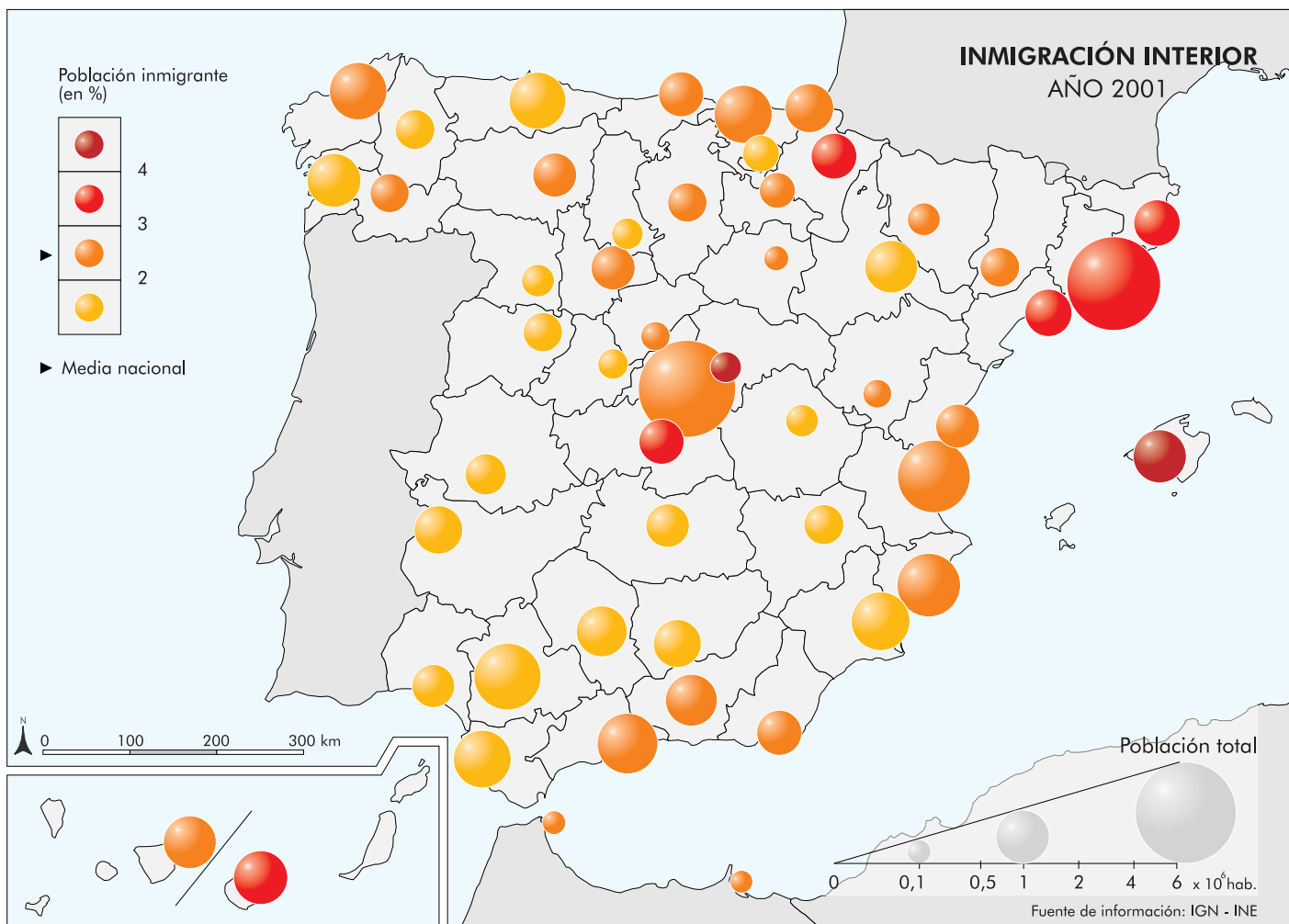
A) Comentario cartográfico: Este conjunto de mapas se configura como un documento singular respecto a la cartografía presentada en esta tesis doctoral, corresponde con un tipo 3 de serie. Representa los componentes de los fenómenos migratorios interiores en España de forma que dedica un mapa a la emigración, otro a la inmigración y un



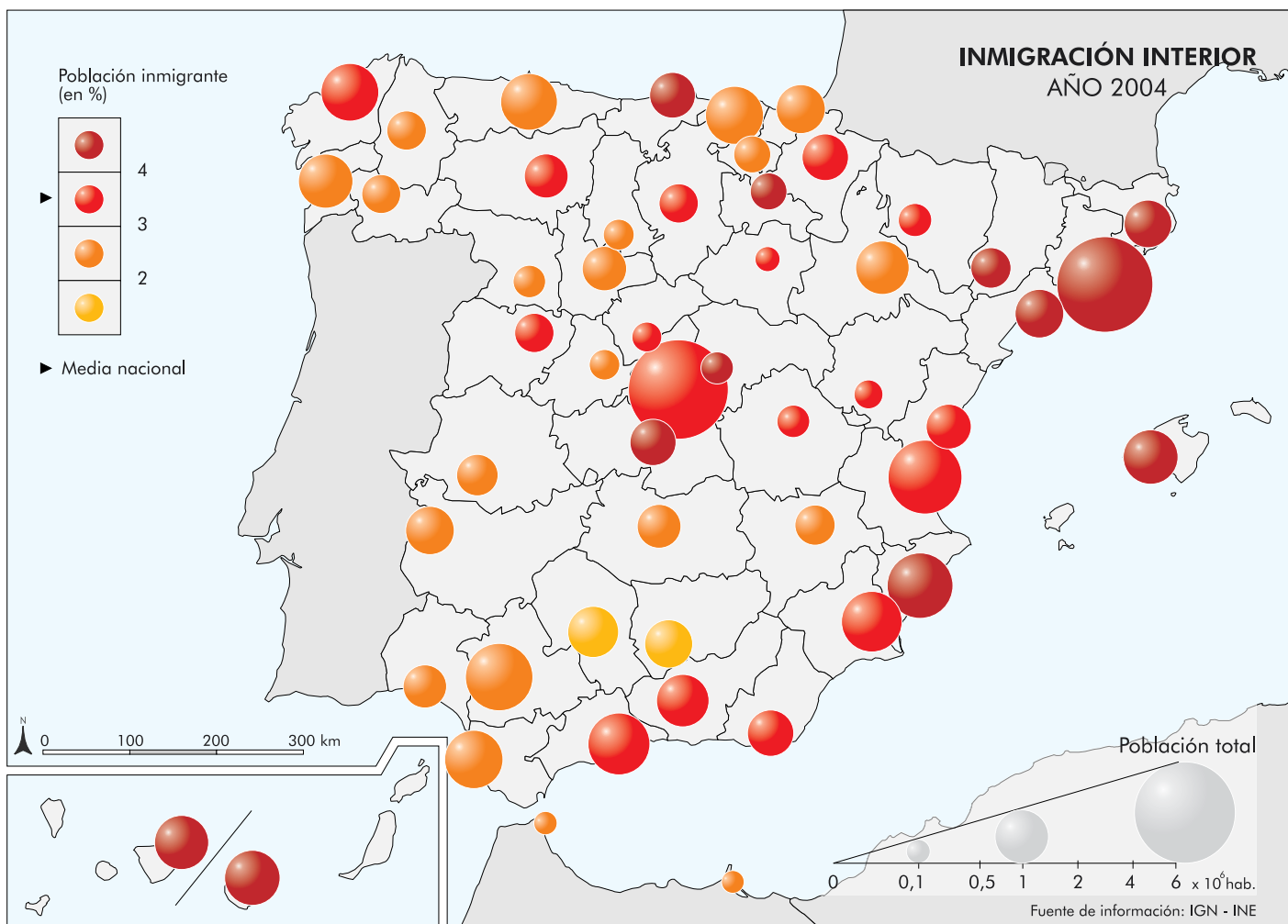
Mapa 4 90: Tasa de Emigración Interior, escala provincial, 2001.



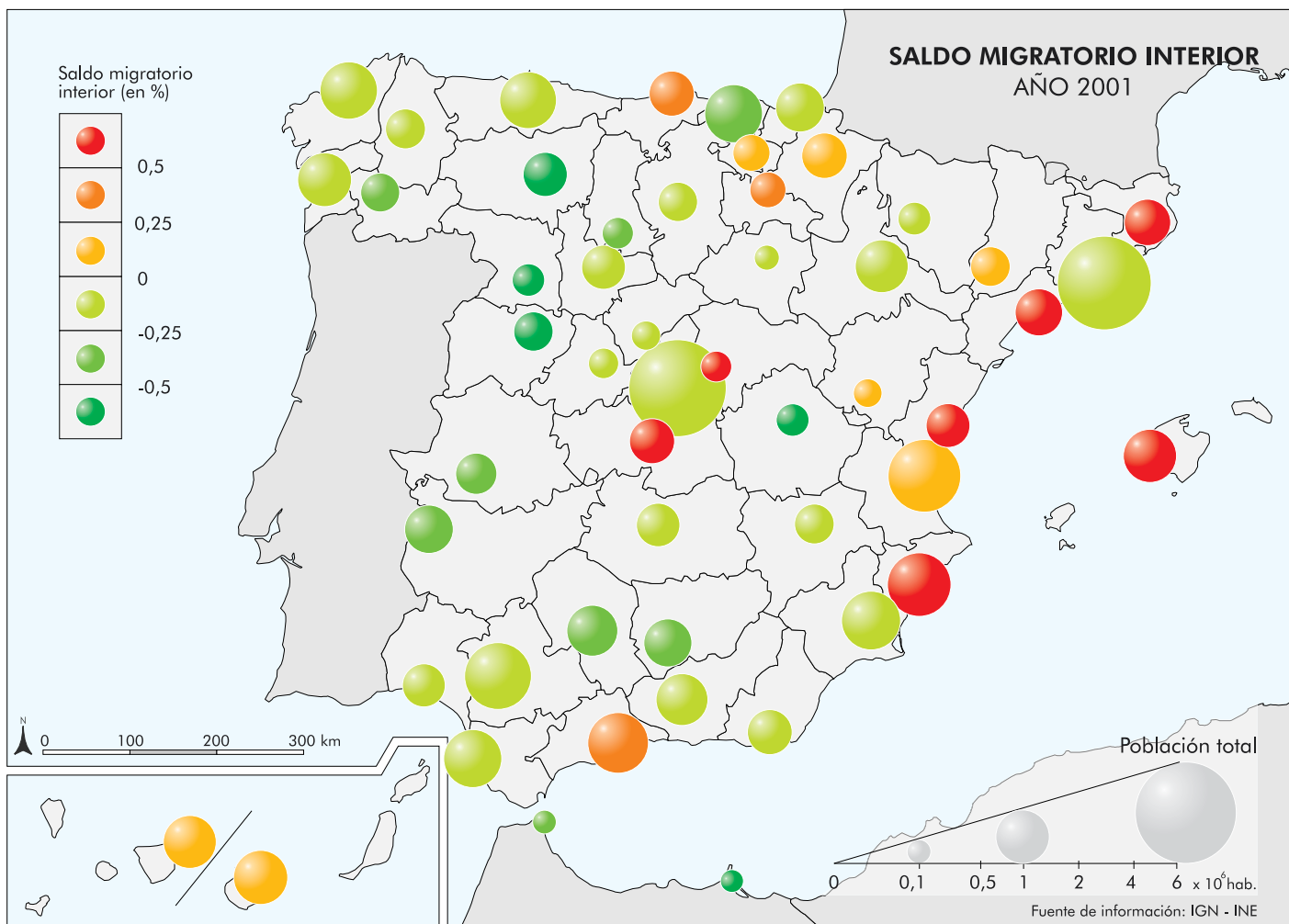
Mapa 4 91: Tasa de Emigración Interior, escala provincial, 2004.



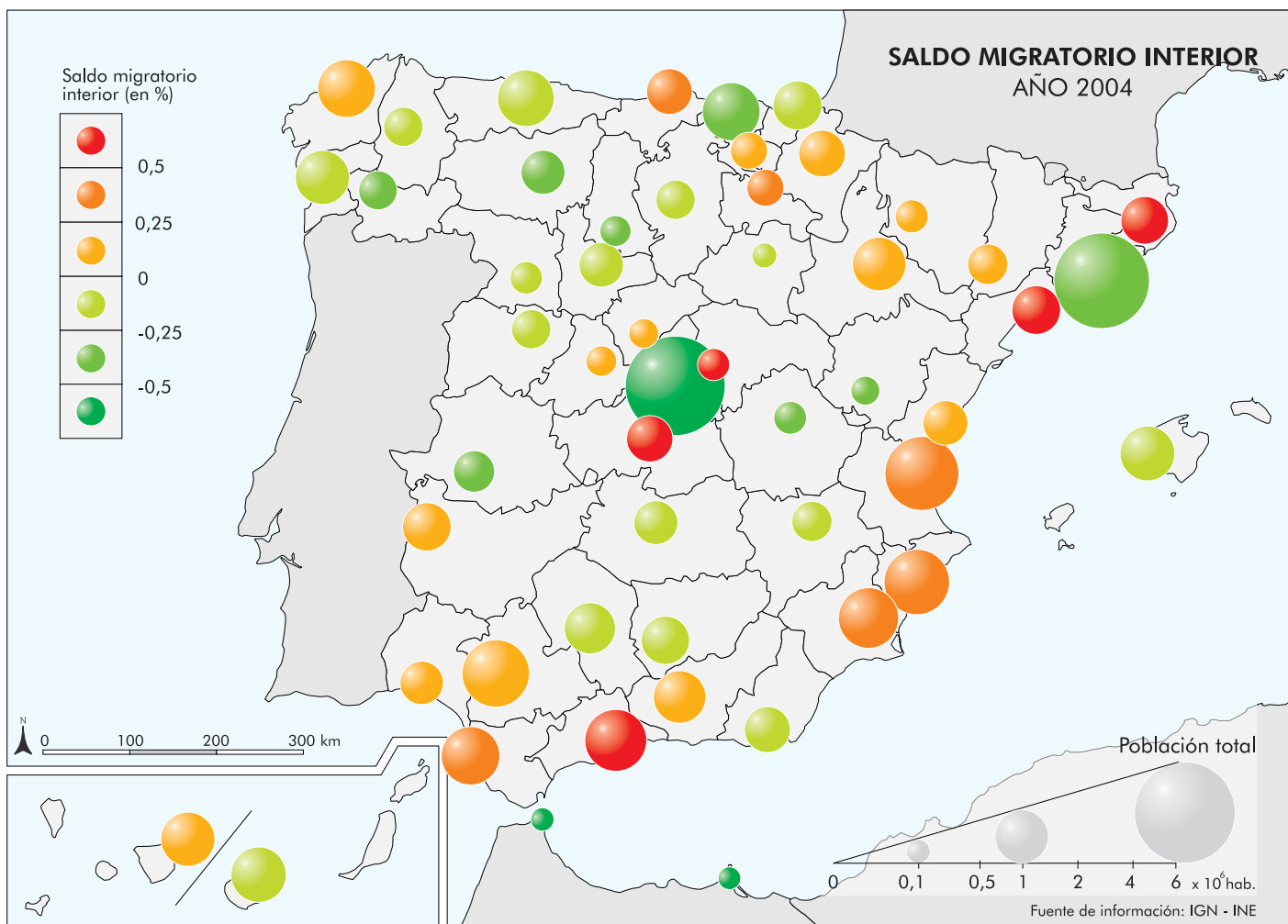
Mapa 4 92: Tasa de Inmigración Interior; escala provincial, 2001.



Mapa 4 93: Tasa de Inmigración Interior; escala provincial, 2004.



Mapa 4 94: Saldo Migratorio Interior; escala provincial, 2001.



Mapa 4 95: Saldo Migratorio Interior; escala provincial, 2004.

tercero a la relación entre ambos: el saldo migratorio, todo ello a escala provincial para dos fechas: 2001 y 2004. Los tres mapas que forman la serie se han codificado de la siguiente manera:

| TASA DE EMIGRACIÓN INTERIOR | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Emigración Interior | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE INMIGRACIÓN INTERIOR | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Inmigración Interior | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| SALDO MIGRATORIO INTERIOR | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Saldo Migratorio Interior | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

- Emigración interior:** Analizando la tabla se puede percibir que el mapa presenta dos variables. Por un lado la Tasa de Emigración Interior, entendida como el porcentaje de población emigrante en cada provincia respecto al total provincial, es una variable cuantitativa que requiere una escala de medida absoluta debido a que sus valores oscilan entre dos cifras: cero y cien. La secuencia de decisiones revela que se aplica sobre implantación puntual localizada en la capital de provincia, sobre la cual se emplea la variable valor mediante una leyenda secuencial en gamas verdes, que semióticamente implican alejamiento, pérdida por su consideración de colores fríos. La segunda variable es la población total, considerada secundaria. En su secuencia de análisis se caracteriza por su naturaleza cuantitativa, de escala de razón su trayectoria lógica es la 20: la gradación volumétrica del tamaño de los símbolos puntuales en relación a las cifras absolutas de población total.
- Inmigración interior:** De nuevo este mapa refleja dos variables a través de la composición B, de las cuales una, la población total, aparecía también en el mapa anterior. Ambas coinciden en el empleo de la trayectoria 20, por lo que su comentario puede remitirse a lo ya explicado.

La segunda variable, que es la principal en el mapa, es la Tasa de Inmigración interior, es decir, el porcentaje de personas inmigrantes respecto a la población residente de una provincia.

La caracterización cartográfica viene también de la mano de la trayectoria 27, al igual que sucedía para la Tasa de Emigración, sin embargo en este caso se emplea una leyenda secuencial que emplea los colores cálidos, rojos, naranjas y amarillos, con connotación semiótica de crecimiento positivo aprovechando el acercamiento visual que genera su percepción.

- **Saldo migratorio:** De nuevo dos variables aparecen en este tercer mapa. Resultado de la puesta en relación de la población emigrante y la inmigrante se obtiene el saldo migratorio, también en porcentaje, por lo que la caracterización cartográfica remite de nuevo a una trayectoria 27, con la diferencia de que en este caso se puede usar una leyenda divergente, en la que una gama de colores cálidos implican saldos positivos, mientras que los fríos se vinculan a crecimientos migratorios negativos. Además, se incorpora la variable población total en los mismos términos que los ya comentados para los dos mapas anteriores.

El análisis cartográfico presentado permite mostrar algunas de las consideraciones que se han tenido en cuenta a la hora del diseño:

- Las trayectorias utilizadas presentan las mismas características generales que la mayoría de cartografía realizada, ya que utilizan la composición B, hecho que proporciona en el lector la sensación de que todo está incluido en un marco teórico coherente.
- Los tres tipos de mapas que incorpora la serie emplean la misma composición cartográfica, lo que da sensación de unidad interna a la serie.
- Los tres mapas tienen una variable común: la población total, sobre la cual se superpone mediante el valor los componentes de un mismo fenómeno: emigración, inmigración y la relación entre ambos, lo que permite el establecimiento básico de comparación entre documentos. El empleo de nuevo del sistema volumétrico de dimensionado del tamaño de los símbolos puntuales a través de la trayectoria 20, facilita la lectura conjunta, puesto que homogeniza el marco de referencia de cifras absolutas.
- La discretización de la variable real para las Tasas de Emigración e Inmigración, se ha diseñado asumiendo las particularidades de cada distribución y la amplitud de las mismas dada por la diferencia de fechas y por la consideración de dos indicadores. Se establecen umbrales compartidos (2, 3

y 4) que aunque no respondan a una visión óptima de cada mapa individualmente sirven al propósito general de la serie. Los histogramas de cada uno de los mapas y el general que caracteriza la serie (*Vid. Gráfico 4-8*) muestran que deberían haberse considerado más intervalos para caracterizar mejor cada distribución individual sin embargo apoyan la sencillez en la lectura comparada del conjunto.

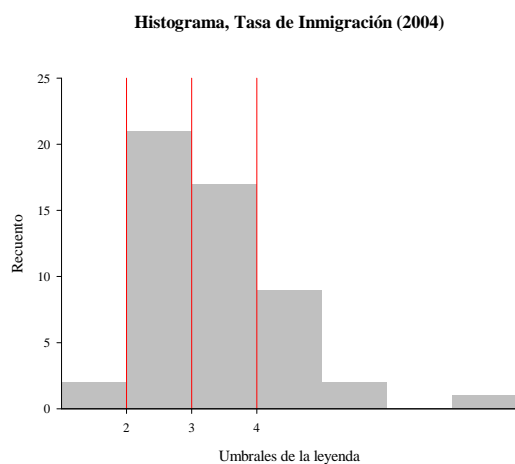
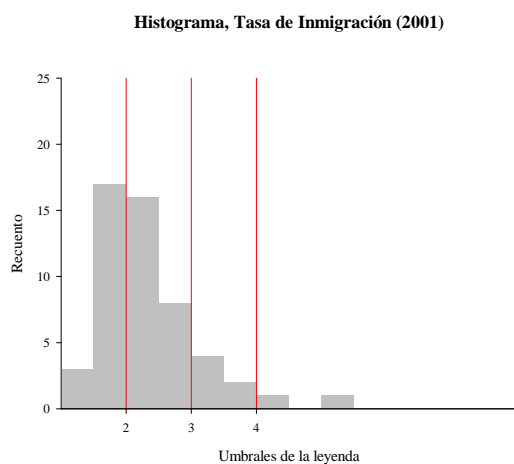
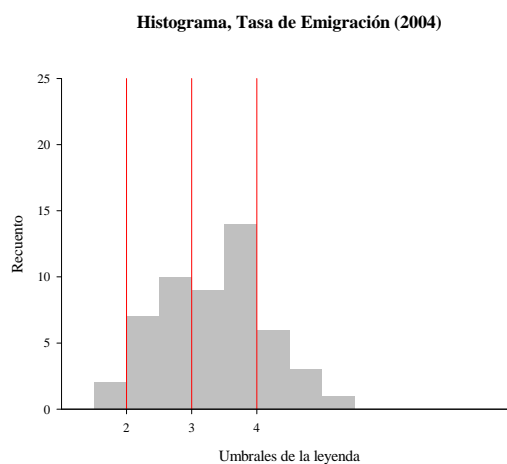
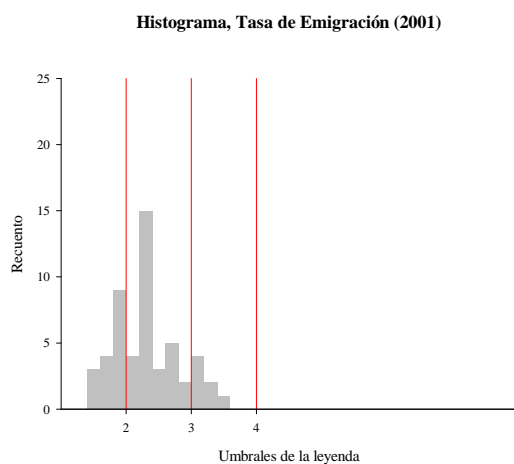
- Cabe destacar también el tratamiento realizado con el color, puesto que se recurre a la gama fría en el mapa de Emigrantes, a la cálida en el de Inmigrantes y a la combinación de ambas en el Saldo Migratorio.

B) Análisis geográfico: Las décadas de los ochenta y noventa del siglo XX se caracterizaron tanto por su escaso crecimiento demográfico (y en algunos momentos y provincias, incluso de crecimientos negativos) como por la nula, o casi inexistente, redistribución territorial de los efectivos poblacionales, pues no había mucho que repartir una vez salidas las generaciones jóvenes de los núcleos rurales para dar lugar a las grandes concentraciones urbanas de los sesenta y setenta.

La población por lo tanto permanecía casi estancada, y si los mapas se movían respecto de las décadas anteriores, era más por el desbordamiento de las grandes ciudades hacia sus espacios metropolitanos inmediatos, con unos crecimientos urbanísticos como jamás se habían producido en la historia española, que por una respuesta real a las necesidades de una población que crecía a unos ritmos muy bajos, y presentaba unas tasas de natalidad que representaban la mitad de las que habían caracterizado su dinámica natural en los años sesenta.

Esto supone que, finalizado el éxodo rural, se han generado importantes movimientos internos que están redistribuyendo la población, fundamentalmente en los entornos metropolitanos, y que constituyen un referente de los cambios socioeconómicos que se están produciendo en España en los últimos años, y cuya punta de iceberg lo constituye el *boom* inmobiliario de la última década ahora ya concluido.

Considerando exclusivamente las **cifras de emigración**, y teniendo en cuenta que en ellas están incluidos los movimientos dentro de la propia provincia, siempre que conlleven cambio de municipio, en 2001 se produjeron 0,99 millones de migraciones (2,42% de los censados), pero en 2004 se tramitaron 1,52 millones (3,54% de la población censada). Se nota por lo tanto una mayor movilidad con cambios domiciliarios que entrañan no sólo cambios de “situs”, sino también de “locus”, lo que no deja de ser un signo de adaptación a la globalidad y es especialmente perceptible en los entornos metropolitanos y en los grupos de edades jóvenes. Además, a la generalización y expansión de la migración residencial hacia las orlas externas metropolitanas, hay que sumar los movimientos de retorno de la población jubilada hacia sus municipios de origen o las ciudades costeras mediterráneas.



Histograma de la serie completa

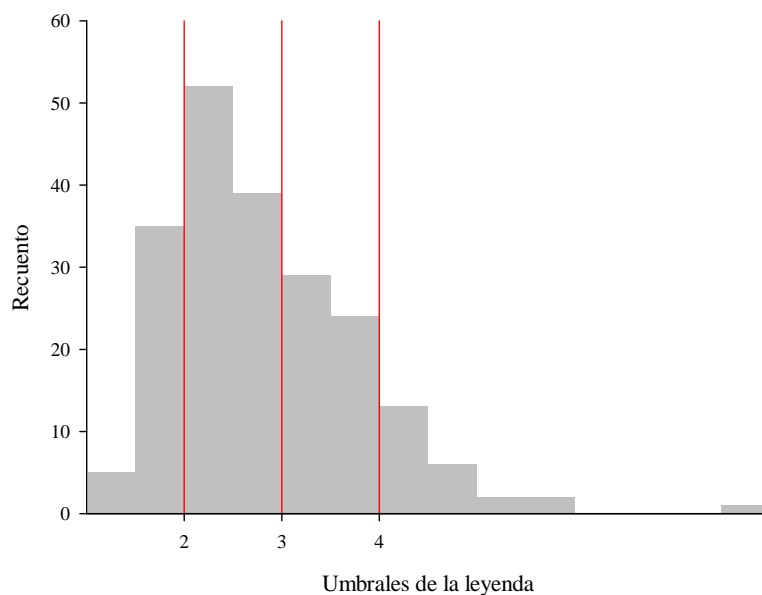


Gráfico 4-8: Histogramas correspondientes a los datos de cada una de las variables (Emigración Interior e Inmigración Interior) para cada una de las fechas 2001 y 2004 e histograma de la serie completa.

Vistas las cifras por provincias, las que mayores movimientos registran son Barcelona y Madrid, ambas con más de ciento cincuenta mil salidas. De ellos, como demuestran los mapas por comunidades autónomas, una buena parte eran retornos de los antiguos inmigrantes a sus comunidades de origen una vez jubilados. En porcentajes sin embargo, hay otras provincias donde los cambios tienen mayores significaciones de peso puesto que Guadalajara con un 3,48% o Baleares con 3,29% superan, aunque por poco, a Barcelona (3,22%) y a Madrid (2,8%). Melilla, Girona, Las Palmas y Navarra quedan igualmente por encima del 3%.

En el otro extremo, las que experimentan menores porcentajes de salidas poblacionales en 2001, figuran 16 provincias que no alcanzan el 2% con Córdoba (1,47%), Jaén (1,48%), y Badajoz (1,53%) en los valores más bajos de salidas, cuando cuarenta años antes figuraban a la cabeza.

Tres años más tarde, en 2004, las cifras son algo más importantes. Los movimientos migratorios aumentan, pero el comportamiento de algunas de las provincias precitadas permanece estable y su posición en el ranking también. Así sucede con Córdoba, Badajoz, Jaén o Cádiz, que de nuevo vuelven a aparecer entre las provincias de las que salen menores porcentajes poblacionales para la emigración. Y otro tanto sucede en el otro extremo de la tabla, pues Guadalajara, Illes Balears, Girona, Navarra, Las Palmas, Barcelona y Madrid vuelven a figurar en los lugares de cifras mas elevadas de ciudadanos que cambian su municipio de residencia durante el año. Las provincias andaluzas tienen valores por debajo de la media nacional; las castellanas ligeramente por encima de la media y los grandes centros de atracción siguen siendo los precitados, pero los mapas muestran en sus diferentes intensidades que 2004 tiene una movilidad residencial muy superior a la de 2001. En cierta medida, esto se explica por la sucesiva fragmentación de las unidades familiares en hogares cada vez más reducidos, y en la independencia familiar de la cohorte más numerosa del *baby boom*. Además se debe tener en cuenta las diferentes pautas espaciales, con un sur donde las políticas municipales y autonómicas han favorecido ayudas para fijar la población, y con unos espacios urbanos, especialmente los de las grandes metrópolis, en donde la vivienda a coste pretendidamente más económico sólo se consigue saliendo hacia los municipios más periféricos de la orla metropolitana.

No necesariamente deben ser otras las provincias que registran las máximas tasas de emigración que las que los registran como las cifras más elevadas en la **Tasa de Inmigración**. Los desplazamientos se contabilizan por cambios de municipio, y esto permite registrar dentro de la misma provincia lo que pueden ser en realidad, desplazamientos dentro de un mismo espacio metropolitano, que son los más frecuentes, o bien desplazamientos desde núcleos rurales alejados de la ciudad hacia los espacios urbanos o a la inversa, lo que empieza a verse realizado gracias a la buena percepción que se está generando de los espacios rurales, ya que en ellos pueden darse mejores calidades de vida siempre que se garanticen unos servicios y

equipamientos mínimos, y todo ello venga acompañado de accesibilidades aceptables y presencia de nuevas tecnologías, para dar lugar al movimiento que se ha denominado como contraurbanización o rururbanos, con modelos de vida muy ligados con la ciudad central.

En 2001, las provincias que recibieron mayor porcentaje de inmigrantes fueron, por este orden, Guadalajara (5,27%), Illes Balears (4,24%), Girona (3,78%), Tarragona (3,74 %), Las Palmas (3,26%), Navarra (3,10%), Barcelona (3,04%) y Toledo (3,01%). No difieren demasiado en el orden de los datos correspondientes a la emigración.

Tampoco hay grandes variaciones en las provincias con menores porcentajes de inmigrantes. Córdoba, Jaén y Badajoz figuraban igualmente entre las provincias que habían registrado menores valores de emigración.

Casi lo mismo sucede en 2004 y estas provincias vuelven a estar entre las de menores porcentajes de inmigración, aunque éstos sean significativamente más importantes que los de 2001, lo que se refleja perfectamente comparando los mapas respectivos realizados con la misma leyenda. Por ello, de nuevo se refuerza el axioma de frecuentes movimientos migratorios de corto recorrido por el desborde de las áreas metropolitanas hacia los espacios rurales circundantes y que, en el caso de Madrid, Bilbao, Barcelona o Valencia, desbordan los límites administrativos provinciales o incluso regionales. Esto supone, que dentro de los movimientos migratorios nacionales se ha roto el modelo del éxodo campo-ciudad.

Respecto al **Saldo migratorio** de las provincias españolas, en el año 2001, un total de 18 tuvieron cifras positivas. Tres años más tarde, en el 2004, fueron 25 las que cerraron en positivo sus cuentas de movimientos dentro del territorio español. En la medida que, por definición de movimientos internos, la suma de los emigrantes tiene que cuadrar con la de los inmigrantes, la variación territorial únicamente puede tomarse a título de incremento de las provincias con saldo migratorio positivo, pero la variación en el número de movimientos producidos en el conjunto español, 994.615 registrados en el año 2001 y 1.527.466 en el 2004, indica que se ha reactivado una corriente de flujos migratorios internos que había permanecido casi estancada en las décadas de los ochenta y noventa.

Las provincias que aumentaron sus cifras de población durante 2001 gracias a un saldo migratorio positivo fueron las de Guadalajara (1,8%), Tarragona (0,94%) Huelva (0,66%) Toledo (0,61%) Alicante (0,52%) y en proporciones inferiores al 0,4% de su población las de Teruel, Navarra, Valencia, Lleida, Huesca, Las Palmas, Sta. Cruz de Tenerife, Cantabria, La Rioja y Málaga.

Llama la atención que entren en esta relación provincias tan tradicionalmente exportadoras de población como Teruel. En parte se debe a los retornos de antiguos emigrantes que vuelven a pasar los últimos años de su vida en la tierra que los vio nacer pero también las mayores posibilidades económicas de los espacios rurales para administrar pensiones no excesivamente elevadas, unidas a las mejoras de calidad de vida ligadas a la generalización en los medios rurales de infraestructuras, equipamientos y nuevas tecnologías que han roto la tradicional dicotomía rural-urbana.

A la cabeza de las provincias con pérdidas porcentuales más importantes, tanto en 2001 como en 2004, figuran las provincias castellanas que se alejan de la orla madrileña, pero en 2004 también aparecen Madrid y Barcelona, poniendo de relieve que los flujos pueden tener ahora mismo sentidos ligeramente diferentes de los que constituyeron las esencias explicativas de los cambios demográficos operados en España en los años sesenta y setenta.

En síntesis, de nuevo se observa como el crecimiento de las orlas periféricas ha generado un balance migratorio positivo en muchos espacios rurales o ciudades medianas que circundan a las áreas metropolitanas: Pinto, Valdemoro o Toledo son ejemplos de este proceso. Por otra parte, los nuevos corredores o ejes económicos que se están consolidando en nuestro país, en ciudades como Madrid, Bilbao, Pamplona/Iruña, Logroño, Valladolid, Burgos, Zaragoza, Barcelona o Valencia, están suponiendo estos crecimientos en muchas de estas provincias o las de su entorno inmediato.

Finalmente, no se debe olvidar la reestructuración de las actividades del espacio rural, bien por la intensificación de una agricultura de mercado como en Murcia, o por unas actividades y servicios ligados al turismo, tanto de costa como de montaña: Castellón, Alicante, Girona o Navarra, pueden ser ejemplos y, dentro de escalas municipales que no se observan en la cartografía provincial, Huesca, Teruel o parte de Asturias.

- C) Elementos positivos:** El tratamiento que se realiza del color es probablemente uno de los puntos fuertes de esta serie. Ya se ha mencionado que la Tasa de Emigración se representa en colores fríos que, empleando el efecto visual de alejamiento, indican pérdida. Por otro lado el uso de la gama cálida y su sensación de acercamiento sirve para expresar la Tasa de Inmigración, es decir de llegada de efectivos demográficos.

El mapa de Saldo Migratorio, que en definitiva es el resultado de la puesta en relación de los dos indicadores ya mencionados realiza un proceso paralelo con las gamas de color puesto que las combina buscando los mismos efectos: el saldo migratorio positivo aparece en rojos y naranjas mientras que el negativo lo hace en verdes.

De esta forma el lector puede llegar a la conclusión de que una provincia cuya esfera sea anaranjada recibe más población de la que pierde y viceversa, identificando los mapas de tasas individuales con el mapa resultado.

Los colores empelados para la leyenda del Saldo migratorio se extraen de las leyendas de las otras dos tasas con los mismos porcentajes de color por lo que la identificación visual es completa a primera vista (Vid. Figura 4-16).



Figura 4-16: Leyendas de los mapas de: Tasa de Emigración (Izquierda), Tasa de Inmigración (Centro) y Saldo Migratorio (Derecha).

Este empleo del color es lo que de alguna forma justifica la inclusión del tercer mapa (Saldo Migratorio) en la serie, más que como un elemento de la misma como referencia de apoyo a la lectura de los otros dos mapas o, al contrario como documento cuya interpretación se ve apoyada por los mismos.

Cabe destacar también el cuidado diseño de la discretización de las variables reales buscando intervalos comunes que favorezcan el entendimiento del fenómeno migratorio a partir de la interpretación conjunta de todos los mapas.

- D) Elementos mejorables:** La concepción de la serie puede considerarse correcta por lo que los aspectos que merecen una consideración de mejora vienen ligados a la práctica imposibilidad de utilización individual de cada uno de los mapas, que en este caso más que en otros resultan ineficaces para un análisis en profundidad.
- E) Posibles alternativas:** Al igual que en todas las series presentadas las opciones alternativas vienen de la mano de las utilización superficial de la graduación por tamaño de los símbolos puntuales y de la consideración independiente de los mapas, adaptando la codificación a sus distribuciones individuales.

4.2.6.3.2. Las variaciones de población

(Vid. Mapa 4-96, Mapa 4-97, Mapa 4-98, Mapa 4-99, Mapa 4-100, Mapa 4-101, Mapa 4-102, Mapa 4-103, Mapa 4-104, Mapa 4-105 y Mapa 4-106)

La segunda de las series que merece la pena destacar, tanto por su complejidad en las fases de diseño como las conclusiones significativas que pueden derivarse de su lectura, representa las variaciones porcentuales de población.

A) Comentario cartográfico: Esta serie muestra los cambios producidos en las distribuciones territoriales de la población española en el periodo 1900-2007; desagregando su evolución en una serie de sub-periodos de diferente amplitud más estrecha cuanto más cerca nos hallamos del momento presente. Ésta se acomoda a momentos censales, salvo los datos correspondientes a 2007, que se han incorporado por el valor de su inmediatez. Ello ha exigido valorar los cambios año a año, mediante fórmulas que tengan en cuenta el número de años que forma cada periodo, con la finalidad de no inducir a error en la interpretación puesto que periodos más largos tenderían a dar cambios totales más amplios que los periodos cortos. A esto se le añade que esta serie abarca dos escalas de trabajo diferentes (provincial y municipal) de manera que la organización interna de la serie queda de la siguiente manera (Vid. Tabla 4-4).

La serie está formada por siete mapas provinciales y cuatro municipales. La desagregación principal son las provincias, por lo que se le otorga un recorrido temporal mayor abarcando desde 1900 en periodos de veinte años hasta prácticamente la actualidad. En las últimas dos décadas el cartografiado se realiza de forma decenal para profundizar en la situación reciente, como se ha señalado, hecho que justifica la inclusión de la escala municipal mediante la cual las variables reales presentadas se desarrollan en más detalle para conseguir un estudio más exhaustivo y rico en matices.

Tabla 4-4: Ordenación interna de la serie Variaciones porcentuales de población

| | Escala de trabajo | |
|--|-------------------|-----------|
| | Provincial | Municipal |
| | 1900-1920 | - |
| | 1920-1940 | - |
| | 1940-1960 | - |
| | 1960-1981 | 1970-1981 |
| | 1981-1991 | 1981-1991 |
| | 1991-2001 | 1991-2001 |
| | 2001-2006 | 2001-2006 |

La composición cartográfica utilizada es de nuevo la B, que surge de la combinación de las trayectorias preparadas para las siguientes variables reales:

| VARIACIÓN DE POBLACIÓN RELATIVA | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Variación porcentual de población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

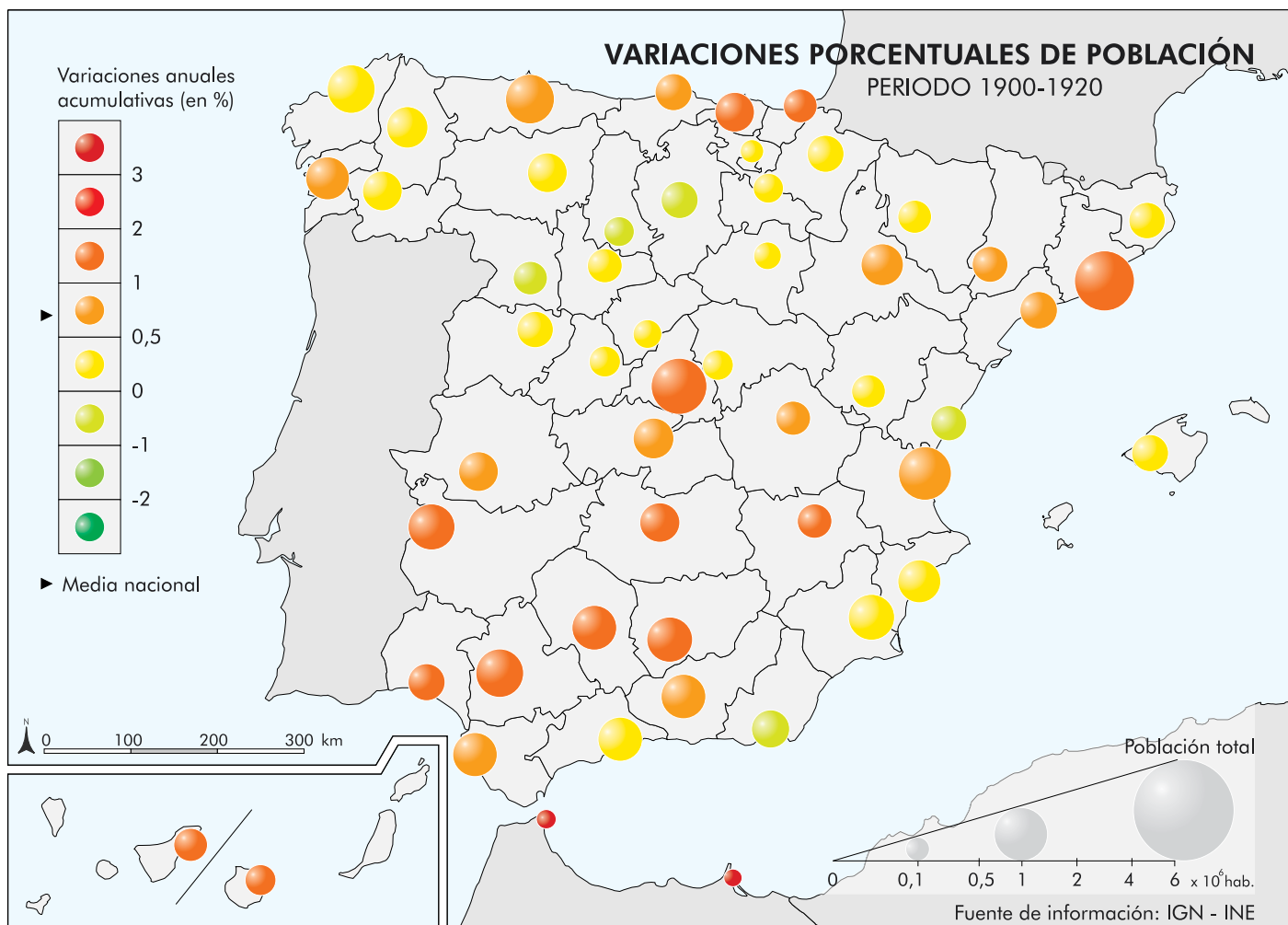
- **Variación porcentual de población:** La trayectoria 27 ha permitido codificar este índice de naturaleza cuantitativa y que representa el porcentaje de cambio acumulativo anual entre la población de cada fecha para cada una de las entidades, ya sean provincias o municipios. Su escala de medida es absoluta porque los valores oscilan en un rango determinado (0-100).

La secuencia de decisión lleva a una representación puntual sobre la que, mediante la combinación de valor y color, se elabora una leyenda de carácter divergente que considera el cero como umbral crítico de diferenciación. No es sencillo adaptar una sola leyenda a un rango temporal tan dilatado especialmente si se le añade la complejidad de emplear dos escalas de trabajo, puesto que la municipal incrementa aun más la amplitud total de la variable que debe ser tenida en cuenta para el diseño de los intervalos.

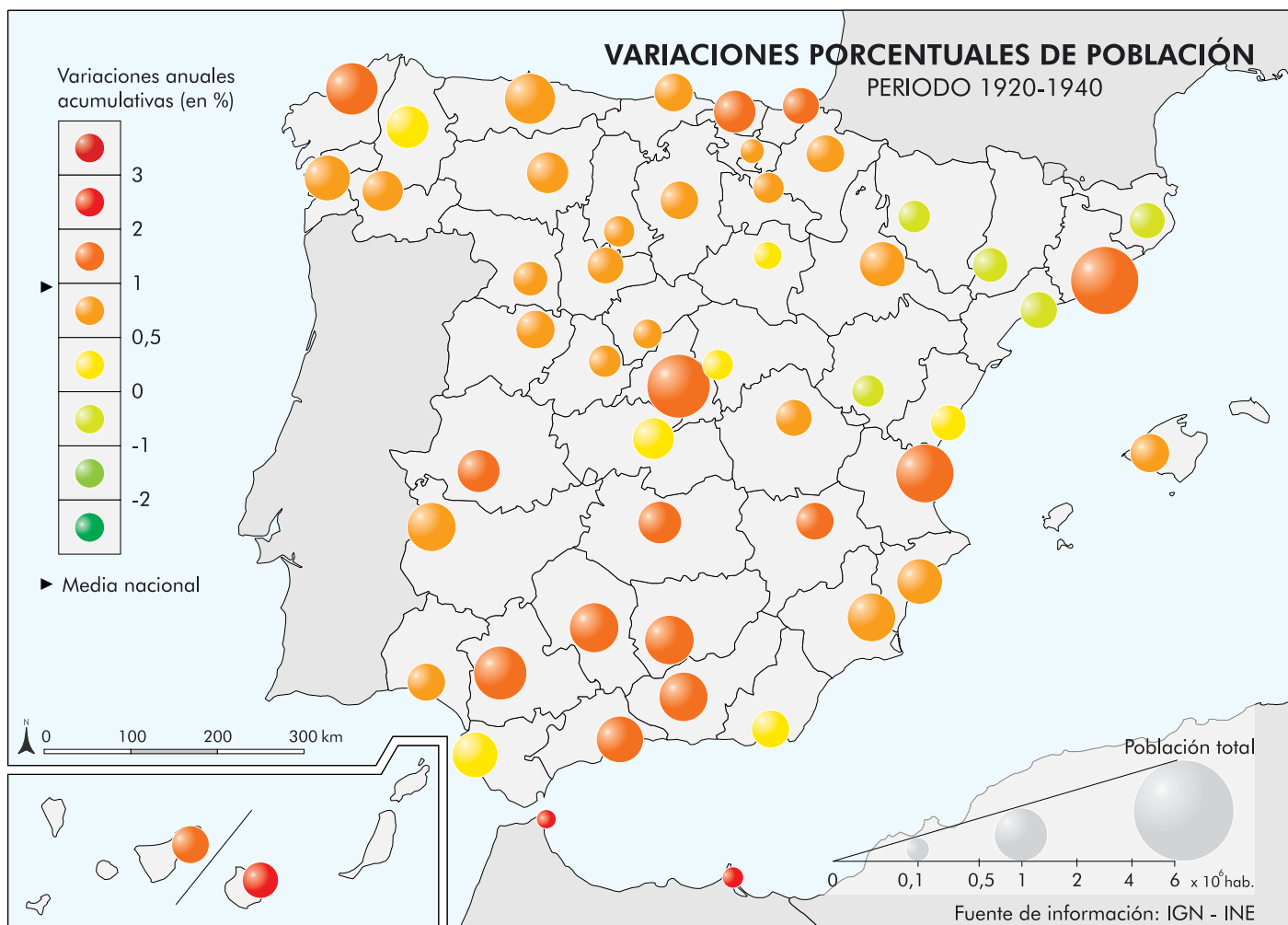
En este caso no se ha querido renunciar a las posibilidades de análisis de los mapas individuales poniéndolos enteramente al servicio de la serie, por lo que se ha propuesto una leyenda para cada una de las escalas de trabajo. Las dos leyendas comparten la mayoría de umbrales pero la municipal recoge un mayor detalle para favorecer la visualización de los matices en el análisis a esa escala (*Vid. Figura 4-17*).

Se puede observar que los mismos intervalos se codifican con los mismos colores de forma que representen lo mismo independientemente de la escala o fecha del mapa que se esté utilizando. La leyenda municipal presenta dos intervalos más, el primero de los cuales recoge los crecimiento negativos en un porcentaje superior a - 3 por ciento, debido a que no existe en la escala provincial un umbral parecido este ha sido añadido por abajo aumentando el porcentaje de Magenta en el color verde de manera que resulte más oscuro.

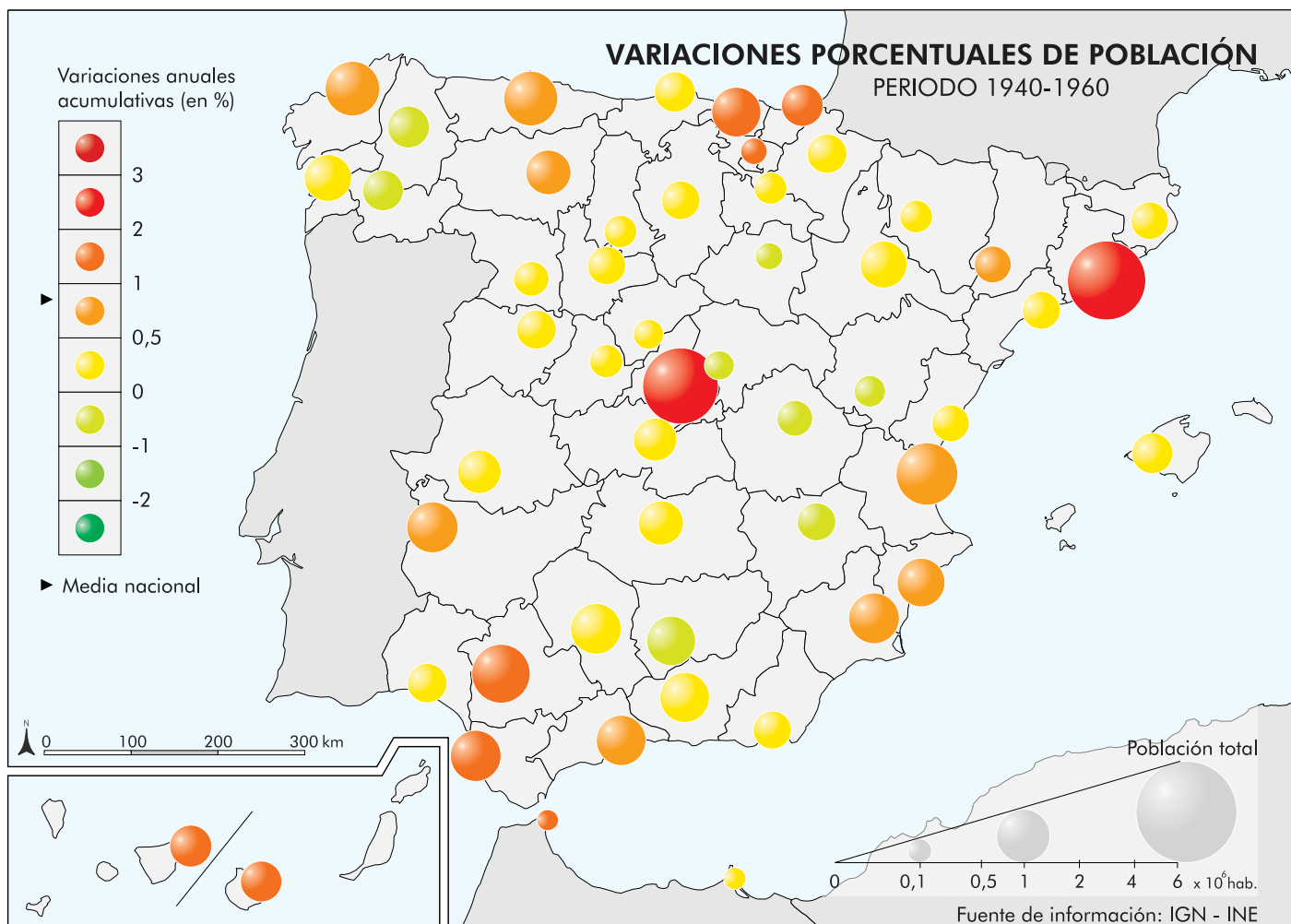
Más complicada resulta la inclusión del intervalo 0-0,25 debido a que se localizaba en la parte media de la leyenda en la que no podía modificarse el color, de manera que se introdujo una nueva categoría caracterizada en amarillo por tratarse de un color neutro entre el verde y el naranja, además esta neutralización del intervalo conviene a la lectura puesto que la variación de un 0,25 por ciento está suficientemente cerca del cero para poder considerar que corresponde a municipios con un estancamiento relativo en su crecimiento.



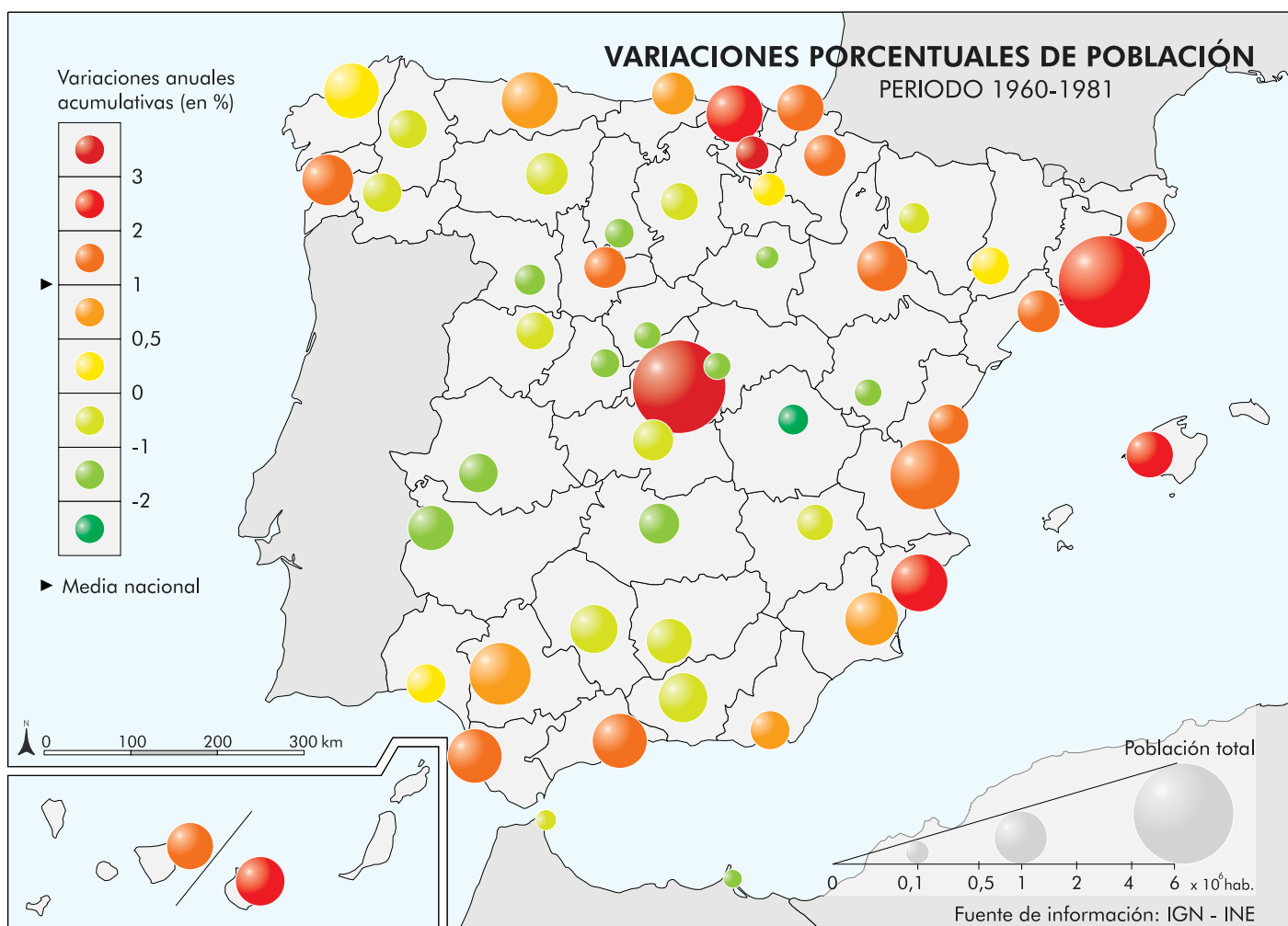
Mapa 4 96: Variaciones de población, escala provincial, 1900-1920.



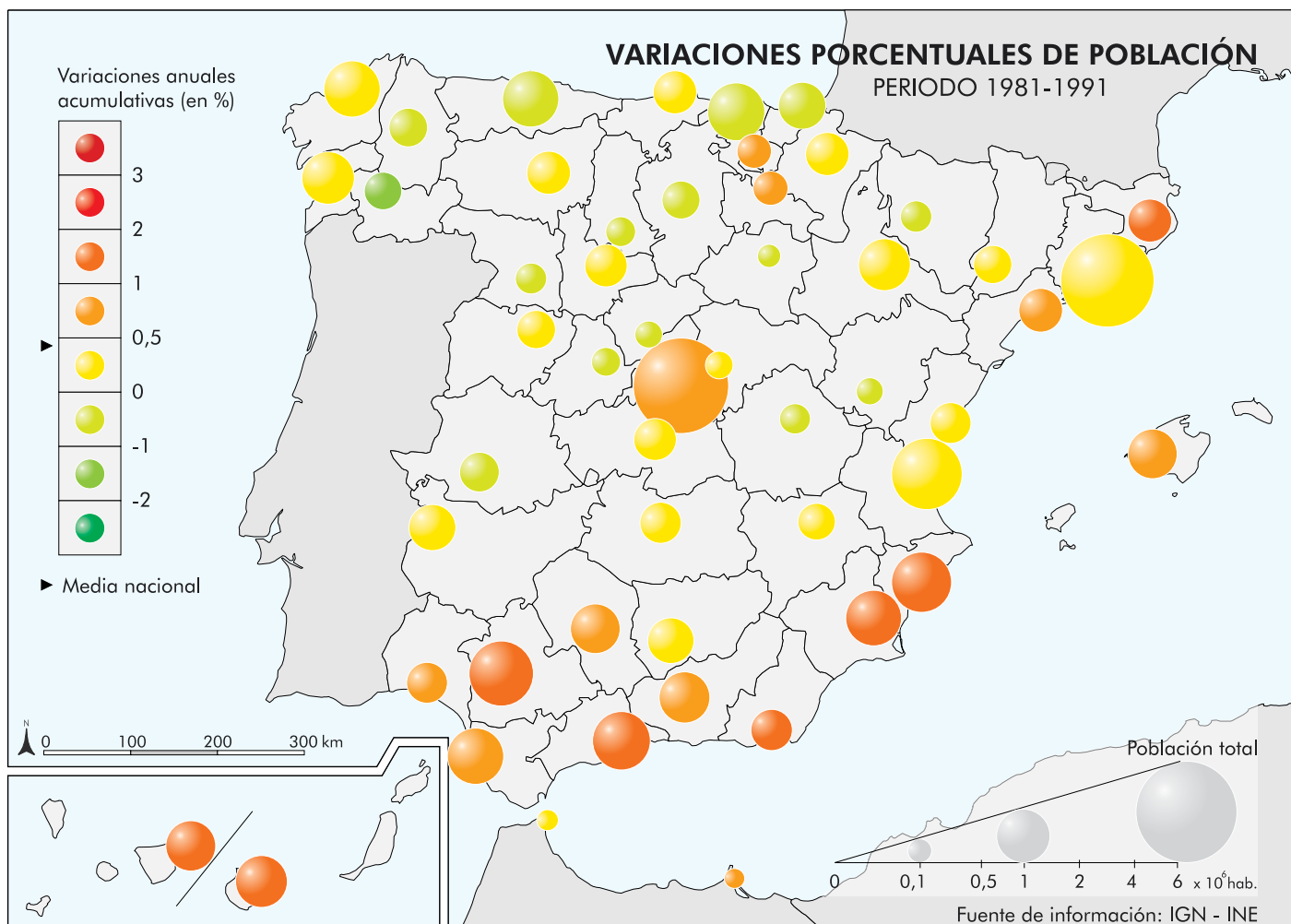
Mapa 4 97: Variaciones de población, escala provincial, 1920-1940.



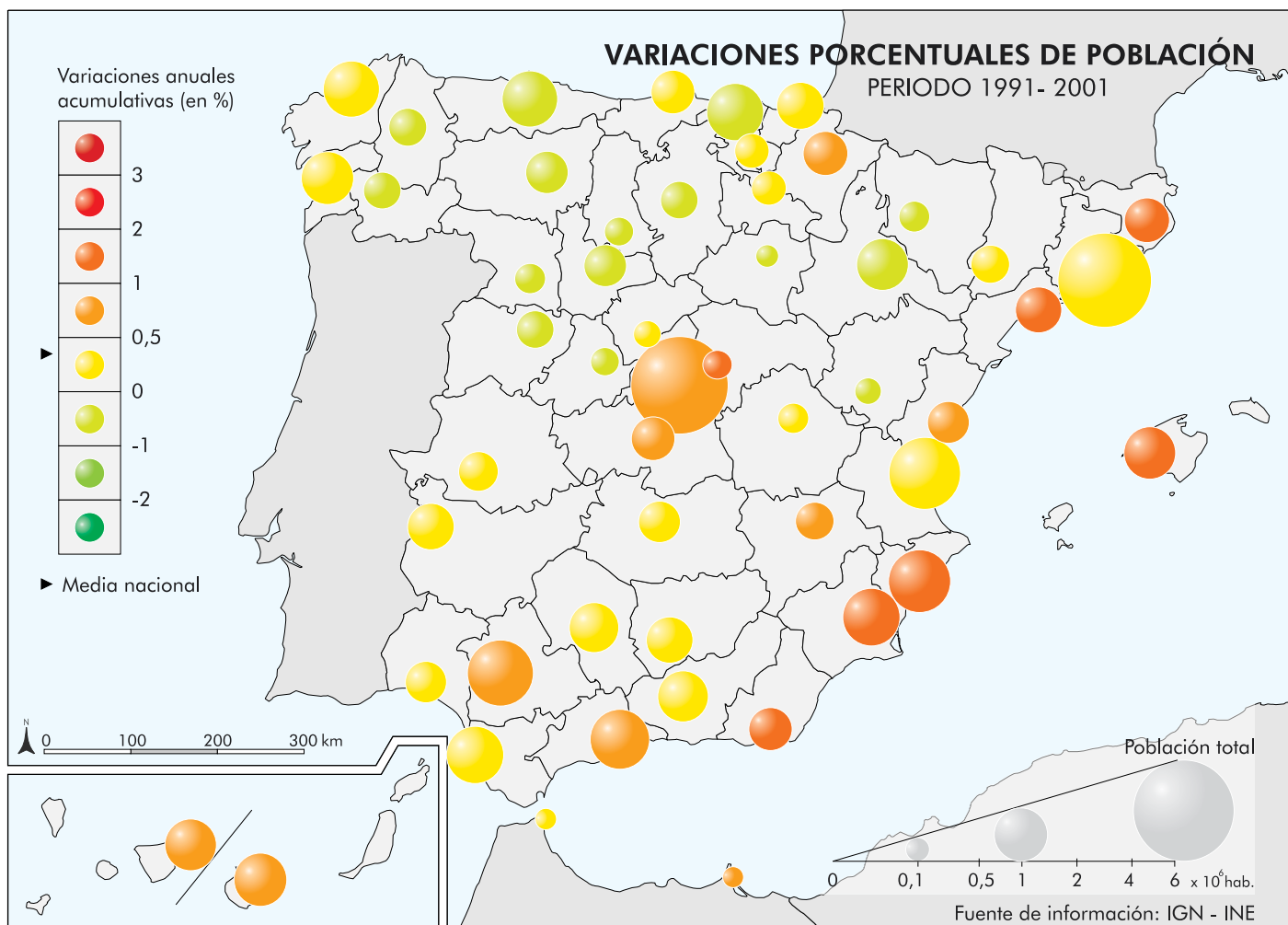
Mapa 4 98: Variaciones de población, escala provincial, 1940-1960.



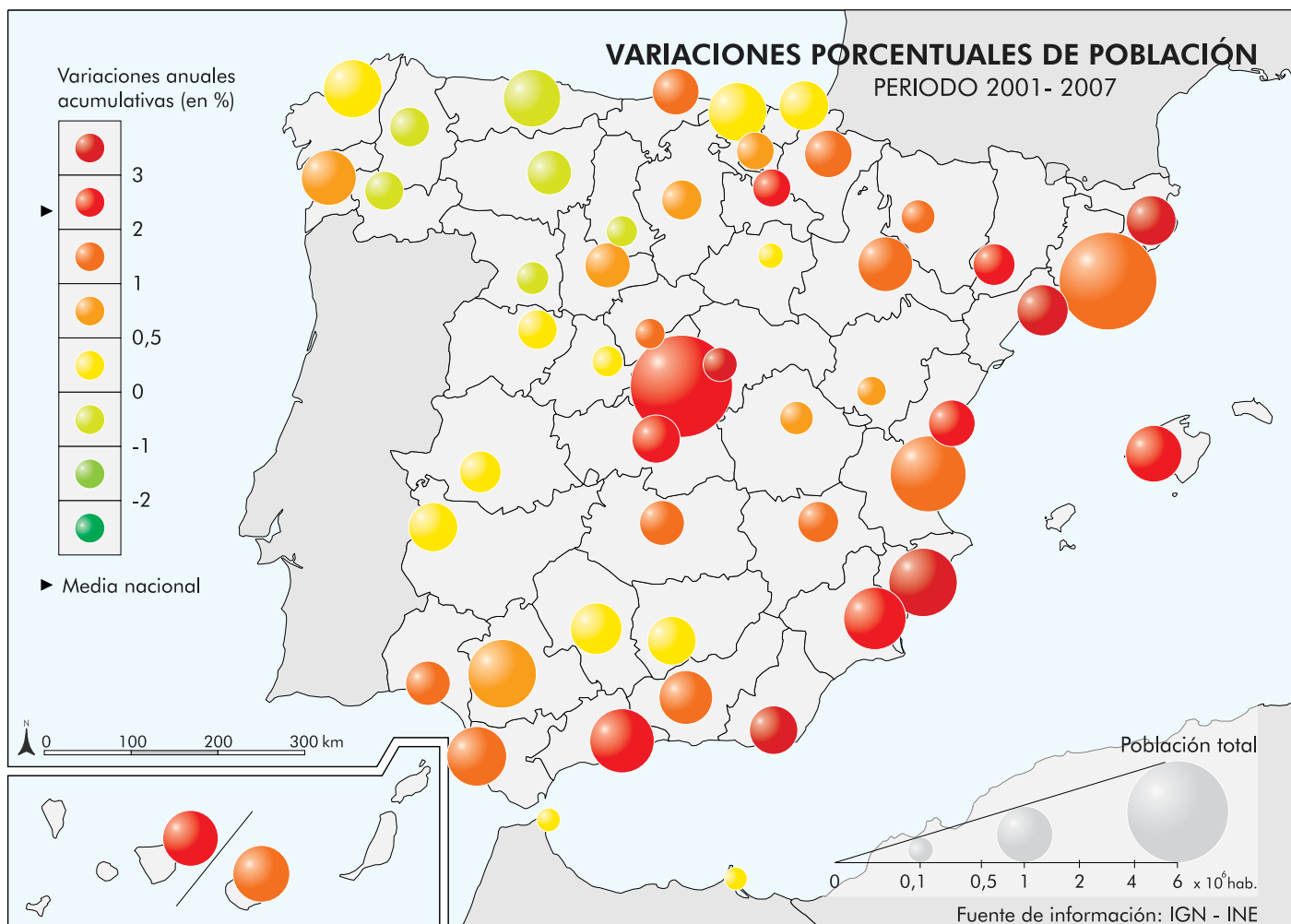
Mapa 4 99: Variaciones de población, escala provincial, 1960-1981.



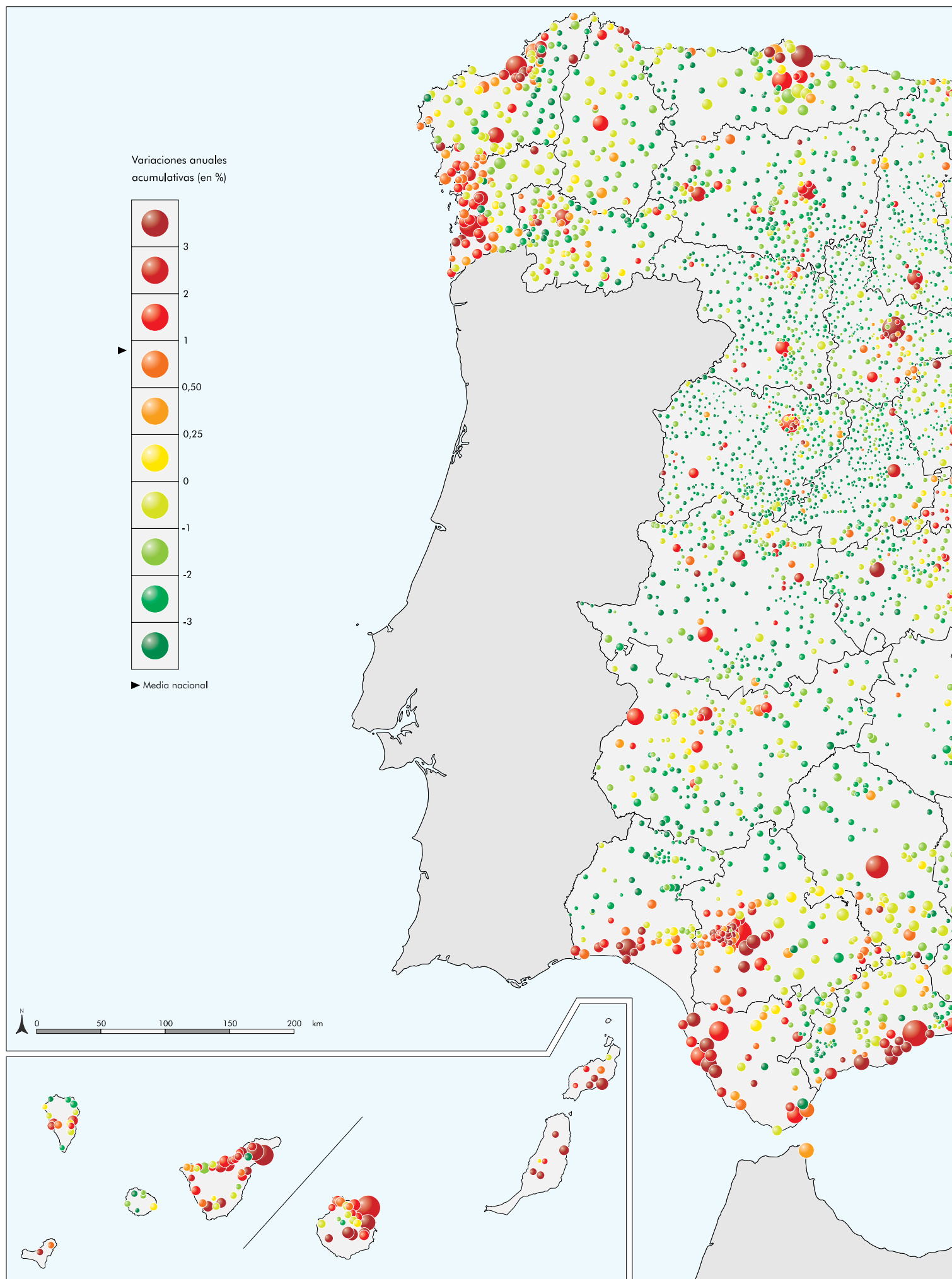
Mapa 4 100: Variaciones de población, escala provincial, 1981-1991.

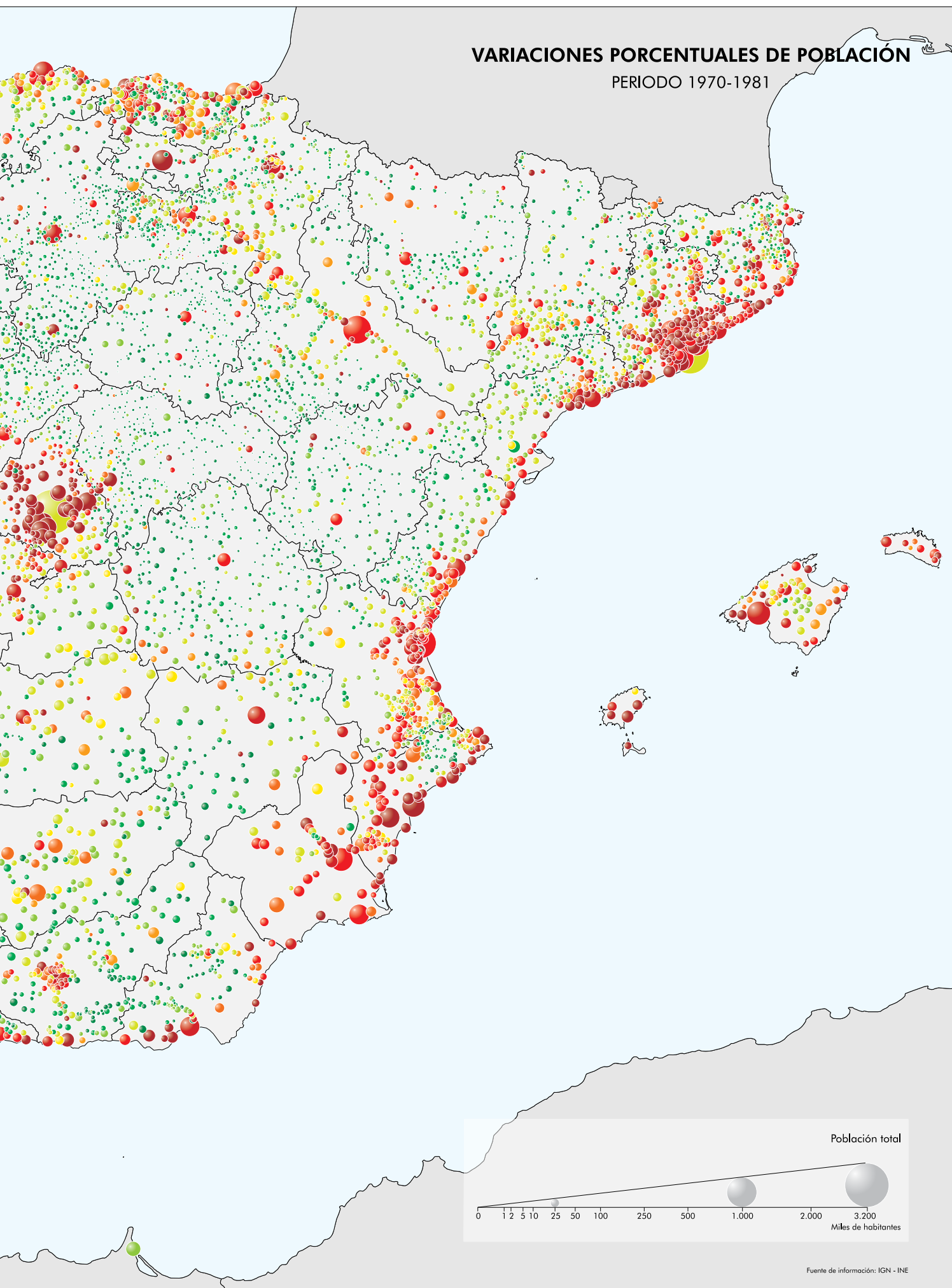


Mapa 4 101: Variaciones de población, escala provincial, 1991-2001.

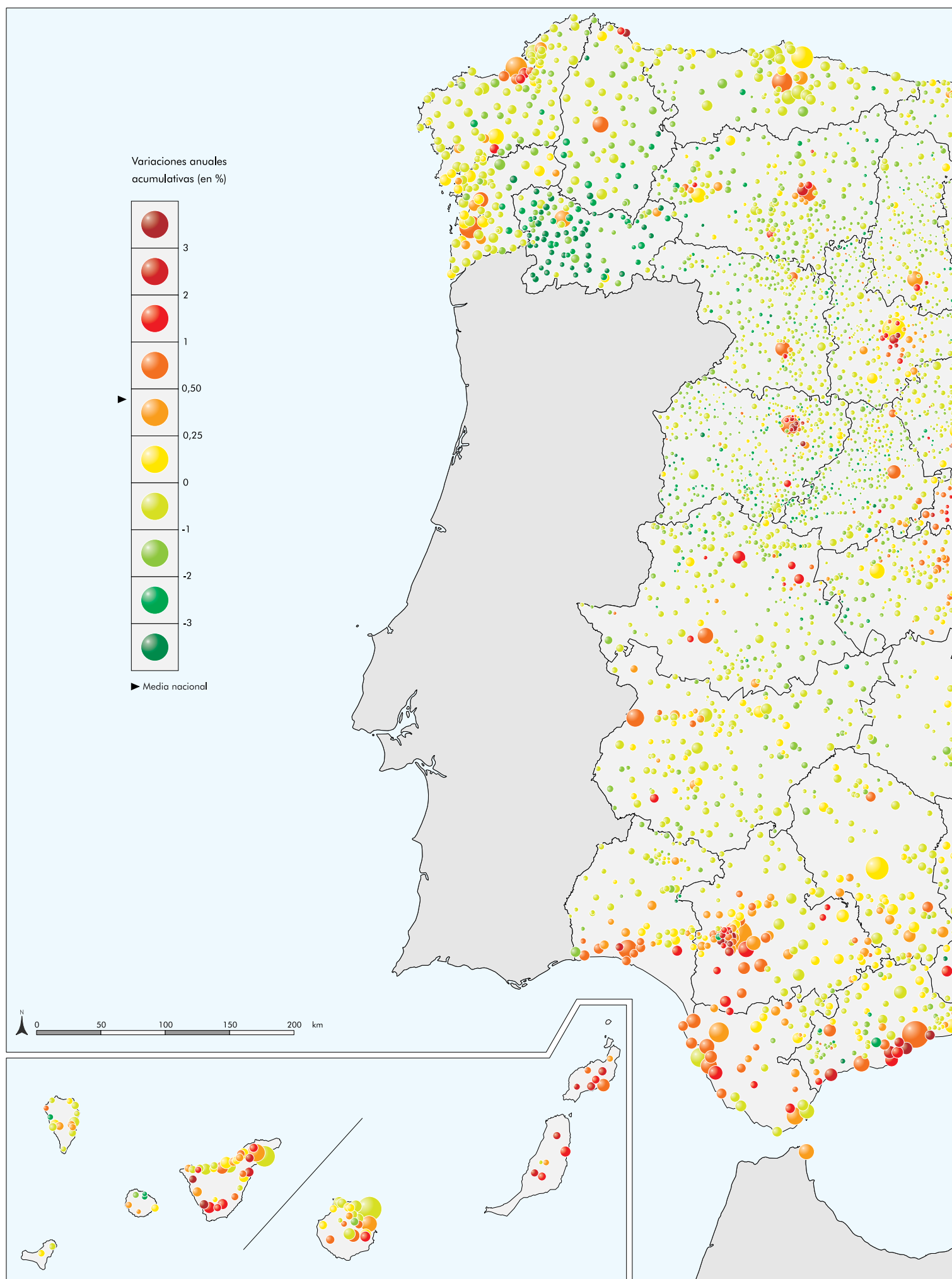


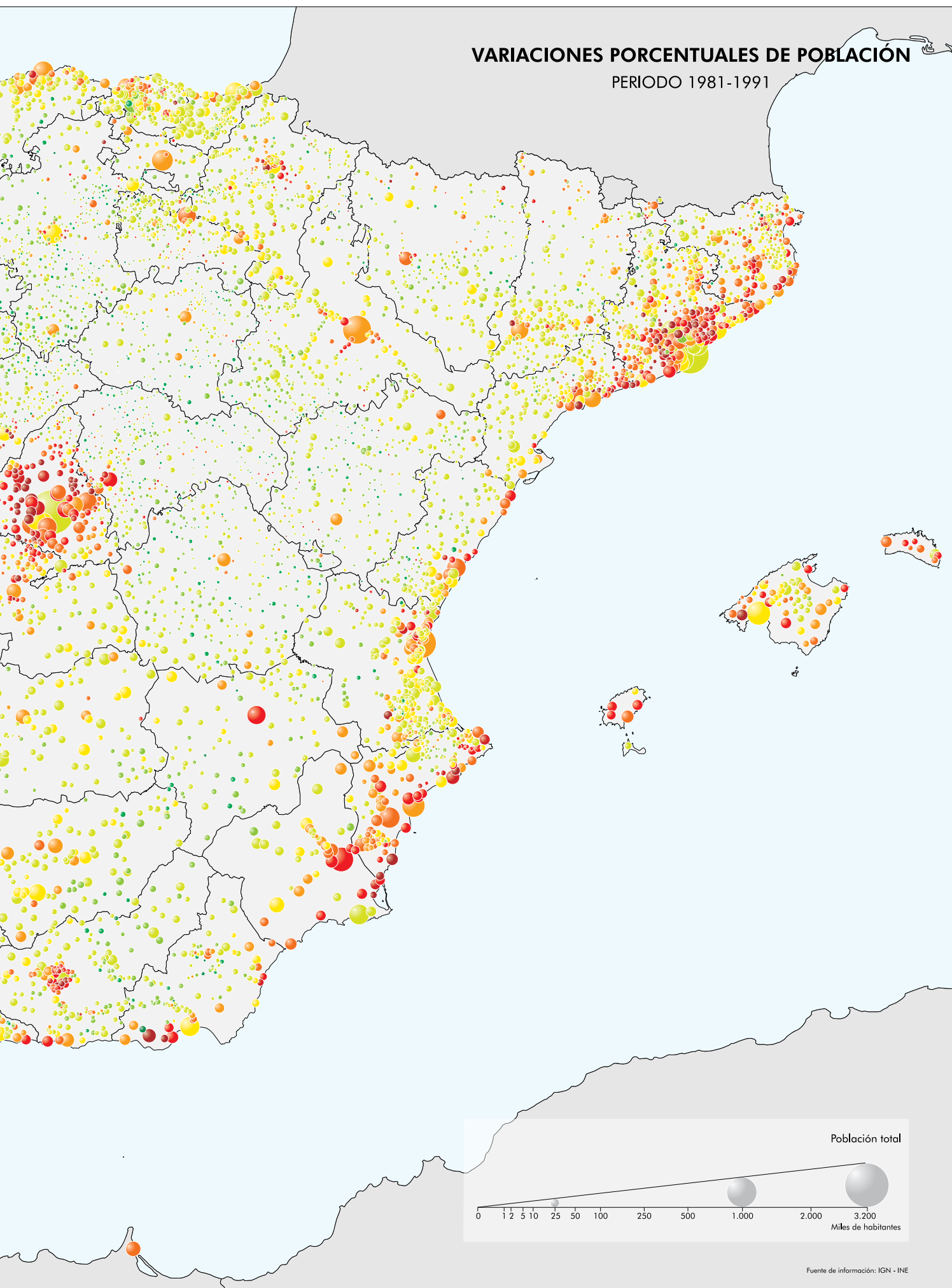
Mapa 4 102: Variaciones de población, escala provincial, 2001-2006.



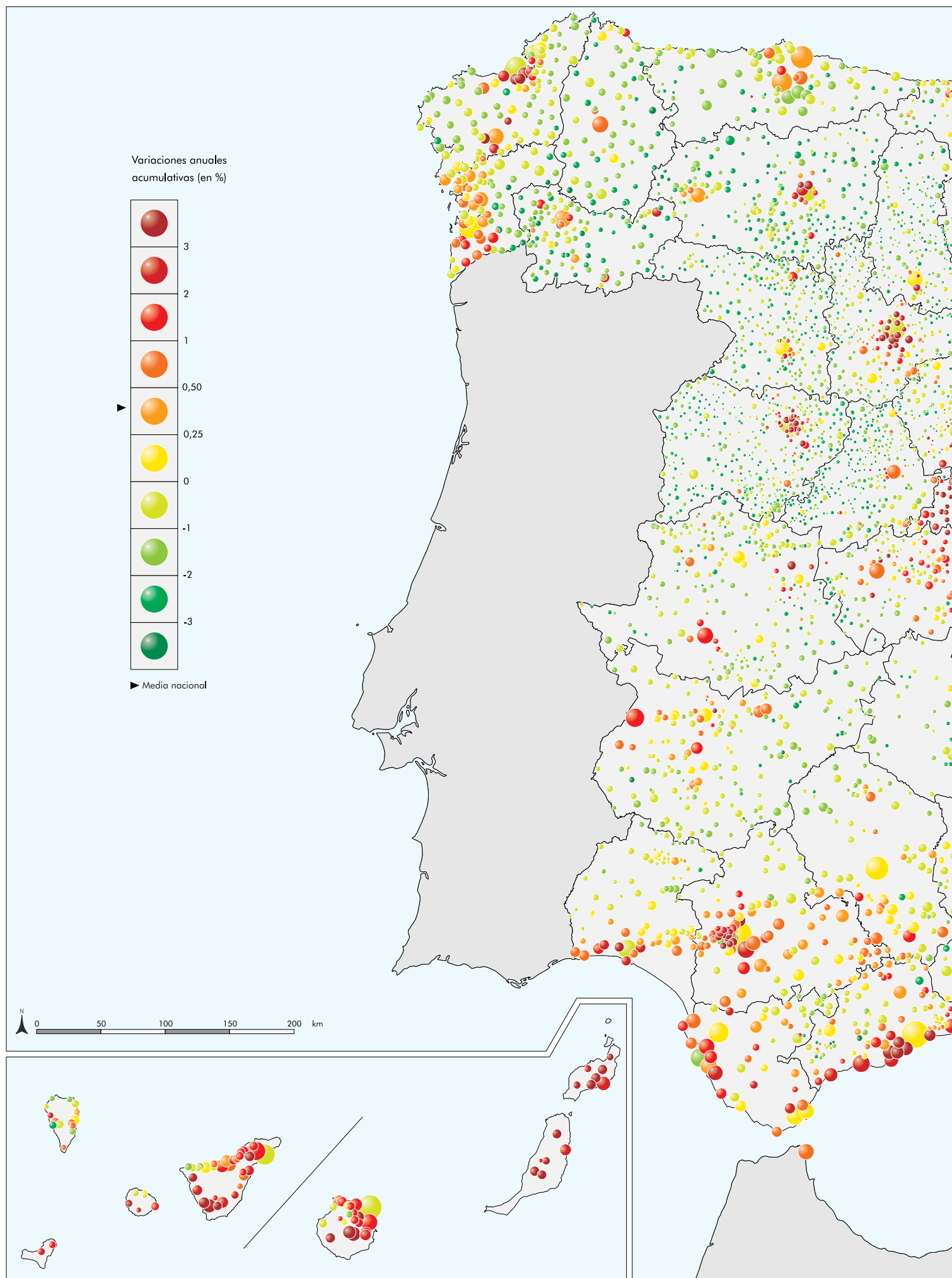


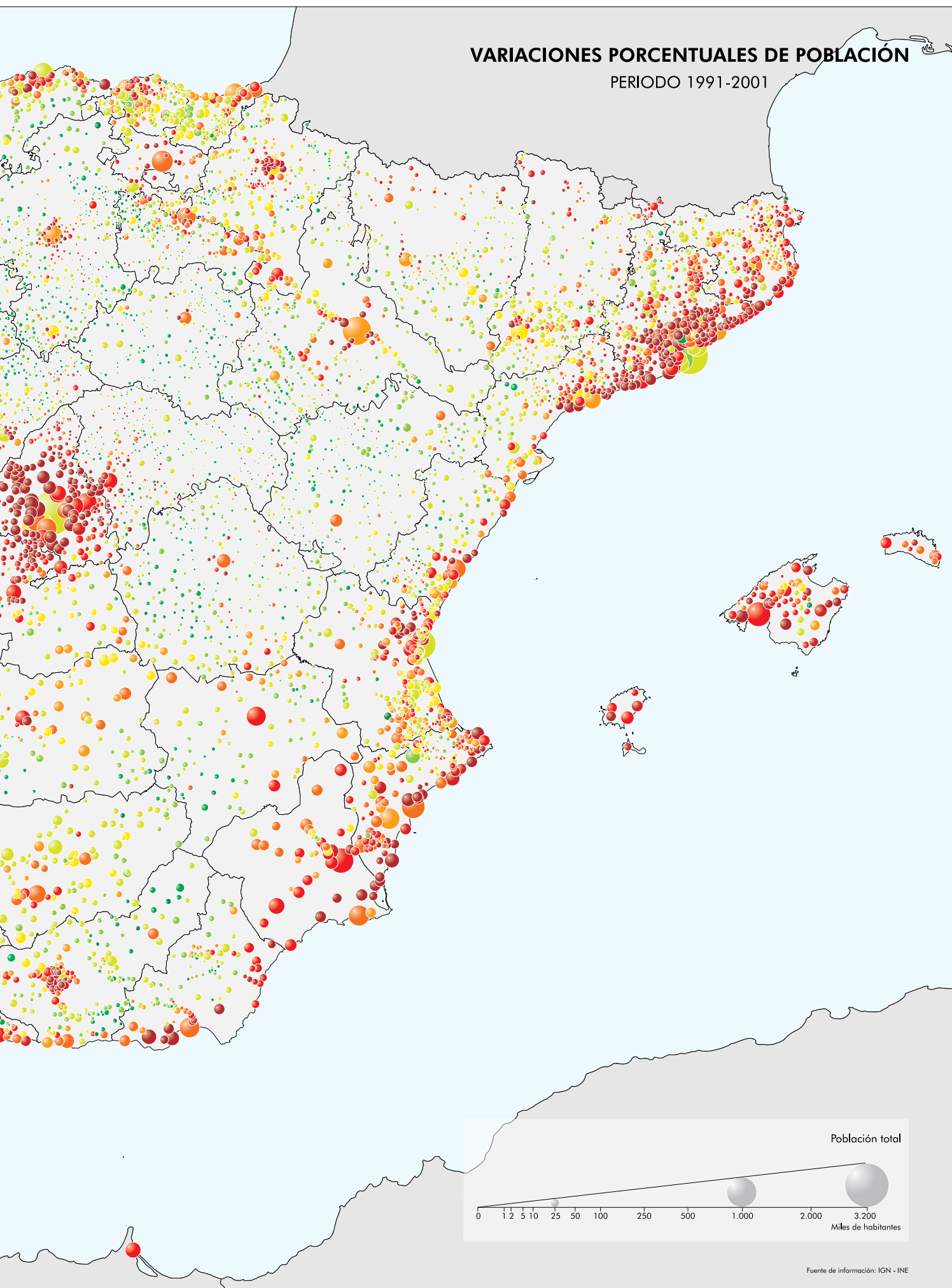
Mapa 4 103: Variaciones de población, escala municipal, 1970-1981.



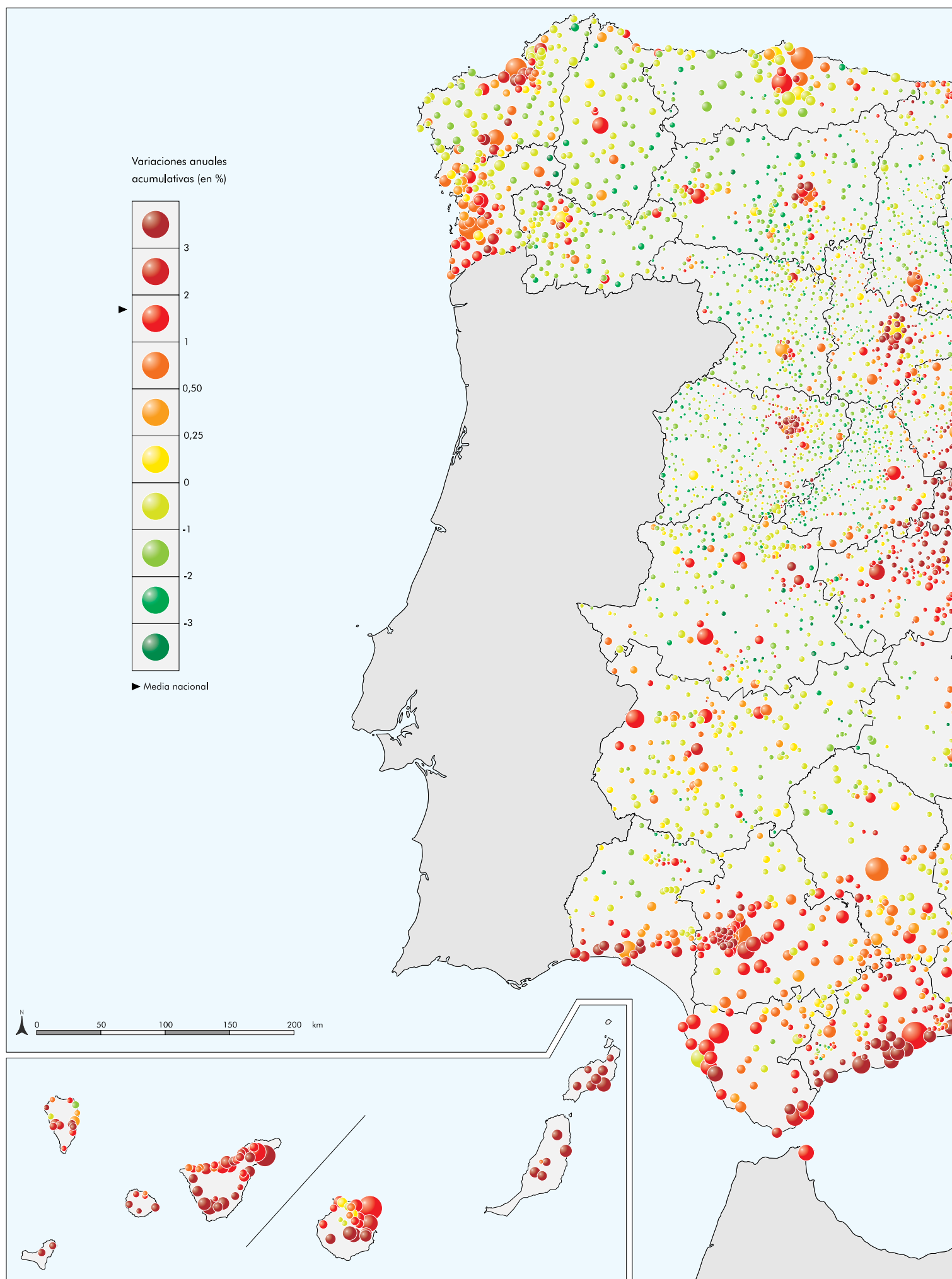


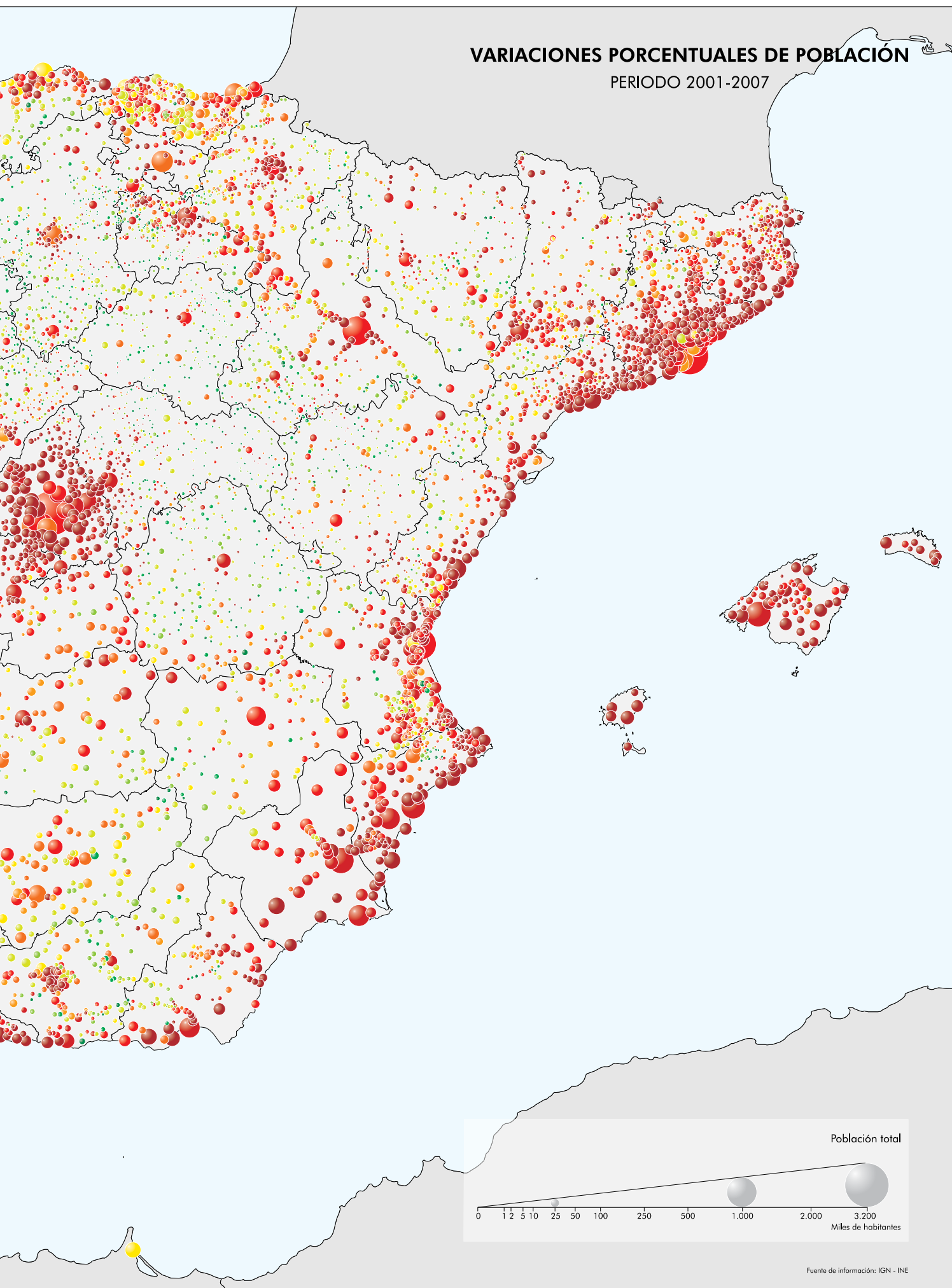
Mapa 4 104: Variaciones de población, escala municipal, 1981-1991.





Mapa 4 105: Variaciones de población, escala municipal, 1991-2001.





Mapa 4 106: Variaciones de población, escala municipal, 2001-2007.

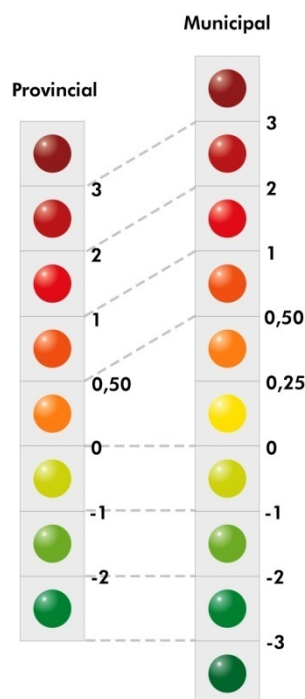


Figura 4-17: Leyendas comparadas de variación porcentual de población, para la escala provincial (Izquierda) y municipal (Derecha) Elaboración propia.

- **Población total:** La trayectoria 20 ha resultado de nuevo la más útil para visualizar los totales demográficos de cada entidad. Como ha sucedido en otras series ya presentadas la diferencia de escala impide una leyenda conjunta por lo que la posibilidad de comparación recae sobre la otra variable real. Sin embargo no puede negarse que la codificación de la cifra total de residentes en cada unidad administrativa, aunque no sea posible compararlas, genera una sensación de homogeneidad que favorece la identificación de los mapas como partes integrantes de un todo.

B) Análisis geográfico: Los primeros veinte años del siglo XX vieron subir el crecimiento anual acumulativo hasta el 0,7 por ciento. España en su conjunto pasa en cifras absolutas desde los 18,8 millones hasta los 22 y tan solo cinco provincias pierden población en el periodo: Zamora, Castellón, Burgos, Palencia y Almería. En el otro extremo, con crecimientos anuales superiores a la unidad, además de Ceuta y Melilla, que por las circunstancias bélicas del momento tienen un crecimiento anual superior al 5 por ciento anual, hay más de una docena de provincias: Albacete, Badajoz, Córdoba, Santa Cruz de Tenerife, Jaén, Huelva, Sevilla, Barcelona, Vizcaya, Las Palmas, Guipúzcoa, Ciudad Real y Madrid, que es la que crece a ritmo más acelerado, aunque en el incremento en cifras absolutas fuera superada por Barcelona. Los primeros años del siglo confirmaron por lo tanto el tirón de la industrialización de Barcelona y las provincias del norte, la consolidación de la agricultura del Guadalquivir y La Mancha, así como de la valenciana y del Valle del Ebro.

El periodo 1920-1940 concluye con la Guerra Civil Española, en la que hubo muchos miles de muertos pero ello no impidió que en el periodo considerado el crecimiento anual acumulativo, con un valor del 0,975 por ciento superase al de las dos décadas anteriores. De hecho sólo cinco provincias perdieron población: Teruel, Huesca, Lleida, Tarragona y Girona. La pérdida no fue exclusivamente por esto, pero habían sido muy afectadas por la guerra.

Pero la tónica dominante en este periodo fue mucho más en la línea de crecimientos relativamente importantes. Amén de Ceuta y Melilla, con crecimientos anuales superiores a los dos puntos, aparece Las Palmas y, bordeando los dos puntos, un conjunto de provincias como Madrid, Barcelona y Santa Cruz de Tenerife.

Además, otra docena de provincias presenta crecimientos superiores al uno por ciento anual acumulativo: Sevilla, Valencia, Córdoba, Granada, Albacete, Guipúzcoa, Jaén, Vizcaya, Cáceres, A Coruña, Ciudad Real y Málaga, lo que demuestra que, por una parte, se consolidaban las tendencias precedentes de industrialización, pero por otra, las dificultades de la vida en las ciudades llevaban población a las provincias más vinculadas con la agricultura donde, por mal que fueran las cosas, siempre había más facilidades para obtener el mínimo alimenticio. Así se explican, entre otros, los crecimientos anuales moderados de las provincias de Castilla y León, con una guerra recién concluida que, en el siguiente periodo de 1940 a 1960, una vez superadas las dificultades del racionamiento, acabarán iniciando un éxodo hacia las ciudades que se plasmará en toda su intensidad en la década de los sesenta con el trasvase campo-ciudad.

Las décadas de los cuarenta y los cincuenta bajan un poco su ritmo de crecimiento anual acumulativo respecto a las dos precedentes. Del 0,975 por ciento anterior se cae hasta 0,812 por ciento de crecimiento anual acumulativo que llevó a España desde los 26 millones de 1940 hasta los 30,58 millones de 1960. Las dificultades de vida en muchos de los medios rurales, unidas al inicio de la mecanización del campo, empezaron a enviar gente a las ciudades. En este primer periodo del trasvase campo-ciudad la mayor parte de las emigraciones responden al perfil de personas solteras, jóvenes y predominantemente mujeres, que encuentran con mayor facilidad acomodo en labores de hogar que los varones carentes de cualquier otra especialización profesional que no fueran las labores del campo del que procedían. Estas cifras de emigración interior, cuantitativamente no tan importantes como las del periodo siguiente, dejaron sin embargo su huella en los espacios rurales pues ya se habían vaciado de una buena parte de sus habitantes jóvenes.

Estos éxodos de los años cuarenta y cincuenta se reflejan en las pérdidas demográficas de provincias como Guadalajara, Soria y otras que inician su despoblamiento a favor de Madrid. Destacan, en aquella etapa de autoabastecimiento, la revitalización temporal de las provincias mineras que en esos años garantizaban sus

productos en el mercado nacional, y los fuertes contingentes de población que llegaron a las ciudades de Madrid, Barcelona, San Sebastián, Vizcaya, Málaga, Sevilla o Cádiz.

El periodo 1960-1981 es el de los grandes trasvases campo-ciudad, lo que implicó el crecimiento de las urbes apoyándose además en tasas de natalidad elevadas y en una mejora sustancial de la sanidad que había sido iniciada en el periodo anterior y que se tradujo en un incremento de la esperanza de vida con el consiguiente aumento del crecimiento demográfico. El incremento acumulativo anual pasó en el periodo a valores superiores a la unidad (1,048 por ciento) para el conjunto español que, solamente, ha sido superado en los primeros años del siglo XXI gracias a los fuertes contingentes extranjeros llegados a España en el primer quinquenio del siglo.

Con todo, una larga nómina de provincias pierden población en cifras absolutas: Granada, Ceuta, Burgos, Huesca, Ourense, Salamanca, Toledo, Albacete, Córdoba, León, Jaén, Lugo, Palencia, Ciudad Real, Guadalajara, Segovia, Cáceres, Badajoz, Ávila, Zamora, Melilla, Teruel, Soria y Cuenca rondando estas dos últimas el dos por ciento de pérdida acumulativa anual.

Junto a estas provincias en las que se concentra el despoblamiento, hay otras que permanecen estables como conjunto porque los efectivos emigrados de sus núcleos rurales van a parar a sus propias capitales de provincia, como sucede por ejemplo en La Rioja, donde Logroño y en menor grado Calahorra y Arnedo, recogen la emigración de Tierra de Cameros y La Sierra.

Pero 1960-1981 es el periodo de grandes cambios y aún teniendo en cuenta los efectos negativos de la emigración a Europa, que buena parte de ellos ya habían retornado para el censo de 1981, si hay provincias que pierden es porque hay otras que ganan: en este periodo, aparecen siete provincias españolas que crecen a un ritmo superior al dos por ciento anual acumulativo. Son las de Illes Balears, Vizcaya, Barcelona, Alicante, Las Palmas, Madrid y por encima de todas, la provincia de Álava que crece más del por ciento anual acumulativo recogiendo todavía dentro de territorio vasco las ampliaciones industriales que no hallan cabida en Vizcaya o Guipúzcoa. Estos incrementos son consecuencia de movimientos migratorios internos, pero también son consecuencia de natalidades elevadas acompañadas de una reducción sustancial de la mortalidad, aspectos ambos marcan la diferencia precisamente en estas provincias que crecen a mayor ritmo que el resto, porque en el periodo anterior ya habían recibido la población joven que había salido de los espacios rurales y que ahora tienen hijos en las ciudades a las que llegaron en el periodo anterior.

Por cifras totales, las provincias que más crecen, a mucha distancia del resto, son las de Barcelona y Madrid, pero también son dignos de resaltar los contingentes de

Valencia, Sevilla, Vizcaya, Cádiz o Asturias. Con la excepción de la capital madrileña se empieza a configurar el modelo centro-periferia que acaba con el casi vaciado de ambas mesetas y con un cúmulo de concentraciones urbanas que quieren ver el mar y preferentemente el Mediterráneo.

El periodo 1981-1991 es más moderado en cuanto a cambios demográficos se refiere. En parte se debe a la reducción de la natalidad, que pasa de valores que superaban el veinte por mil durante los años sesenta y en la mayor parte de los setenta, a cifras cercanas a las de mortalidad por lo que la dinámica natural deja de ser uno de los factores impulsores del crecimiento, aunque en esto haya que establecer diferencias entre el comportamiento siempre mucho más natalista de Andalucía, Extremadura, Murcia y Canarias que el de las provincias norteñas. La segunda razón estriba en cuestiones relacionadas con la evolución económica, dificultades para encontrar nuevos empleos en las ciudades y la potencia enorme de las generaciones nacidas en los sesenta que, al acercarse al mercado laboral, provocan un colapso de paro que estimula muy poco los movimientos migratorios. Tampoco tiene ya cabida la emigración a una Europa que ha salido de la crisis demográfica de la Guerra Europea.

El resultado fue que, si entre 1960 y 1981 España había crecido algo más de siete millones, entre este último y el de 1991, tan solo experimenta un crecimiento de 1,7 millones que llevan la cifra total hasta los 39,4 con un crecimiento acumulativo anual para el periodo de tan solo un 0,439 por ciento cuando en el periodo anterior se había crecido al 1,048 por ciento.

Esta menor intensidad del crecimiento se traduce en la cartografía correspondiente donde muchas provincias en verde indican que perdieron población: Huesca, Palencia, Cáceres, Segovia, Burgos, Vizcaya, Guipúzcoa, Asturias, Ávila, Cuenca, Lugo, Soria, Zamora, Teruel y sobre todas ellas Ourense. En esta nómina de provincias que ven reducidos sus efectivos llama la atención el cambio de signo de provincias tradicionalmente receptoras como Vizcaya, Guipúzcoa o Asturias que traslucen en lo demográfico las dificultades de su reestructuración industrial.

En el lado positivo, lo que se consolida en este periodo es el crecimiento de las provincias mediterráneas. De Huelva a Girona hay un “*continuum*” de crecimiento en todas sus provincias, aunque sea más pobre en algunas como Barcelona, Valencia o Castellón, que se ha acuñado geográficamente como el “Arco Mediterráneo”. Es la traslación a la economía y a los nuevos comportamientos habitacionales de la potencia de turismo y servicios, que ya venían apuntando en décadas anteriores, pero que ahora se consolida incluyendo en primera línea a las dos provincias de Canarias y a las Illes Balears. La descripción quedaría incompleta si no se hiciera mención a la continuidad en el crecimiento de la aglomeración madrileña, si bien en este periodo todavía no había desbordado sus límites provinciales, lo que si sucederá de forma clara y notoria en la década de los noventa, configurándose como una metrópoli internacional.

Esta década todavía es más tibia en sus variaciones demográficas tanto en lo referente al crecimiento acumulativo anual que desciende hasta el 0,43 por ciento para el conjunto español, como en lo referente a desplazamientos internos. Hasta un total de catorce provincias pierden población. Casi la totalidad en la mitad norte peninsular. La excepción la aporta Granada. Y tan solo siete provincias crecen a un ritmo superior al uno por ciento anual acumulativo: Girona, Alicante, Murcia, Tarragona, Almería, Guadalajara e Illes Balears. De éstas, Girona y Tarragona tienen bastante que ver con el desarrollo de la aglomeración barcelonesa y Guadalajara con la madrileña. El resto son desarrollos muy vinculados a la actividad turística a la que se suman, en Murcia y Almería, unas agriculturas adaptadas a la exportación.

El primer quinquenio del siglo XXI registra unas entradas de población extranjera como nunca se habían recibido en España que son las responsables del fuerte incremento del crecimiento anual acumulativo que alcanza el 2,396 por ciento, muy por encima del registrado en los años sesenta del siglo anterior que había sido el máximo del siglo anterior. España pasa en este periodo de los 41,1 millones de habitantes del censo de 2001 a los más de 45 de 2007 manteniendo unas tasas de natalidad realmente bajas aunque mostrando una ligera tendencia al alza por la aportación de las generaciones que ahora alcanzan la treintena y no se habían reproducido hasta asegurar su puesto de trabajo y por las jóvenes parejas procedentes del extranjero con hábitos más prolíficos.

Las grandes zonas de crecimiento vuelven a ser las provincias mediterráneas y la gran aglomeración madrileña desbordando hasta Guadalajara, Toledo, Ciudad Real y Segovia, pero también experimentan comportamientos positivos las provincias del eje del Ebro, Cantabria y Pontevedra, amén de la continuidad en su modelo de crecimiento de Canarias e Illes Balears.

Traduciendo estas pautas de evolución al terreno municipal para el periodo 1970-2007, se observa que se han producido movimientos importantes de la población española en su distribución por municipios. No se ha debido solamente a los años del gran cambio campo-ciudad, récord que con toda justicia ostenta la década de los sesenta, donde se empezaron a configurar los nuevos modelos de cuencas de vida que explican el funcionamiento territorial de la sociedad española.

Uno de los criterios para controlar el proceso es seguir las variaciones en el tamaño de los municipios en relación con sus distribuciones territoriales. En 1970 solamente 37 municipios españoles superaban los cien mil habitantes. En ellos residían 12.264.624 habitantes. En 2007, el número de municipios de más de cien mil habitantes ha ascendido a 59 y en ellos reside una población total de 17.927.461 habitantes. El incremento ha sido de casi un cincuenta por ciento, lo que obliga a contemplar la tendencia a la concentración en grandes municipios como uno de los componentes esenciales de las nuevas pautas demográficas.

En el otro extremo se puede hablar de la pérdida de masa demográfica de los municipios rurales, que se han vaciado a favor de las grandes urbes. Aunque estos dos aspectos dan idea general del proceso, el comportamiento espacial de la población española en entre 1970 y 2007 no queda suficientemente precisado puesto que existen otros muchos matices.

Entre ellos figura el nacimiento de nuevos municipios que han alcanzado tamaños considerables. Tres, que no existían en 1970, tienen ahora más de diez mil habitantes: Deltebre, en la desembocadura del Ebro, Badía del Vallés, obviamente en la comarca del Vallés, y Tres Cantos, en las inmediaciones de Madrid. Hay otros muchos asentamientos en el entorno de las grandes ciudades que se han convertido de barrios rurales a ciudades vinculadas al crecimiento de sus metrópolis respectivas, porque las nuevas cuencas de vida de la población conllevan la imposibilidad que tiene una parte creciente de la población de encontrar en el mismo municipio el puesto de trabajo, el de estudio para sus hijos, la segunda residencia, si ha lugar a ello, y por supuesto la primera.

- C) Elementos positivos:** La posibilidad de comparación casi absoluta en lo que se refiere a las cifras de variación demográfica entre todos los mapas que conforman la serie independientemente de la escala y la fecha es la principal fortaleza de la misma, lo cual está muy ligado al diseño cuidado que se ha realizado de las leyendas.

En ellas se ha realizado una combinación color-valor mediante una estructura divergente que potencia notablemente el resultado cartográfico puesto que la visibilidad de las conclusiones se hace más patente: no solo se puede percibir rápidamente el signo de la variación, sino que los umbrales seleccionados marcan con bastante eficacia las distintas tendencias existentes a lo largo del tiempo: Los rojos (valores por encima del uno por ciento) remiten a crecimientos acumulados muy importantes que delatan las áreas más dinámicas, mientras que los verdes más saturados (decrecimientos superiores al -2 por ciento) reflejan a la perfección la España rural que más ha sufrido la despoblación y los movimientos campo-ciudad. Por otra parte los verdes y naranjas claros, unidos a los amarillos (variaciones entre -1 y 0,25 por ciento) son especialmente útiles para descubrir los periodos de dinámica estancada tales como la década de los 40 o de los 80.

La referenciación volumétrica al tamaño demográfico de cada entidad facilita la contextualización de cada valor de variación, siendo posible también establecer relaciones significativas entre ambas variables: Los colores verdes más oscuros tienden a aparecer ligados a municipios pequeños o muy pequeños, muy raramente por encima de los 25.000 habitantes, mientras que los rojos propenden a vincularse con las entidades de mayor tamaño en las orlas metropolitanas, capitales de provincia o zonas costeras.

La segmentación temporal en periodos regulares de veinte años ha resultado apropiada para la obtención de conclusiones, resultando adecuada y útil la división decenal realizada para los últimos 30 años. La vinculación de la variable a los valores anuales permite mantener la leyenda sin introducir errores asociados a la variación de las amplitudes temporales.

D) Elementos mejorables: La necesidad de un estudio más exhaustivo podría haber inducido a la consideración de la evolución entre todos los censos de los que se dispone de información, de manera que la serie recogiera periodos decenales mientras que, por otra parte, un análisis orientado a un público no experto podría encontrar esta serie demasiado extensa, por lo que exigiría una simplificación de los intervalos de la leyenda, la inclusión de menos periodos temporales o la focalización en una sola escala.

Es por eso que, en esta serie en concreto, los elementos a mejorar cuyo diseño no se considera satisfactorio dependen directamente del público final al que se destine el documento, puesto que es uno de los ejemplos más claros que está preparado para su lectura por parte de receptores con una cierta información previa tanto a nivel cartográfico como demográfico.

E) Posibles alternativas: Prescindiendo de las opciones ya mencionadas (Diseño independiente de los mapas o empleo de la gradación superficial para la representación por tamaño de la simbología puntual) las alternativas en este caso son muchas, ya se han señalado algunas en el apartado anterior y vienen ligadas al cambio en:

- Los periodos considerados: más ajustados a los censos, teniendo en cuenta los padrones quinquenales y la actualización continua a partir de Mayo de 1996, o por otro lado espacios de tiempo más amplios. También puede realizarse solo para dos fechas comparadas pudiendo en ese caso profundizar más en el estudio. Con todo, la fiabilidad de los momentos censales nunca es la misma que la de los datos padronales.
- Las escalas de trabajo: Es posible incluir también la escala regional, o prescindir de alguna de las empleadas.
- El grado de detalle de la leyenda que discretiza las variaciones de población, siendo este mayor para estudios más exhaustivos o menor para casos que requieran mayor sencillez. Pudiendo incluso emplear la misma leyenda exactamente para todas las escalas.

Otra de las alternativas, que en este caso se ha realizado y se encuentra en el Anexo I, es la sustitución en implantación puntal de la variable Población Total por la variación en cifras absolutas, que aportaría no una información sobre la magnitud demográfica

de la entidad sobre la que se trabaja sino de la magnitud del cambio producido, conformándose como una variable también útil que puede sustentar una lectura desde otro punto de vista.

4.2.6.4. Series posibles, series forzadas y series imposibles

Por último se recogen algunas de las conclusiones que se pueden extraer del trabajo con cartografía seriada, la principal de las cuales se puede resumir en que el geógrafo o la persona que realice la cartografía debe ser muy consciente de las limitaciones que cada distribución de datos demográficos presente.

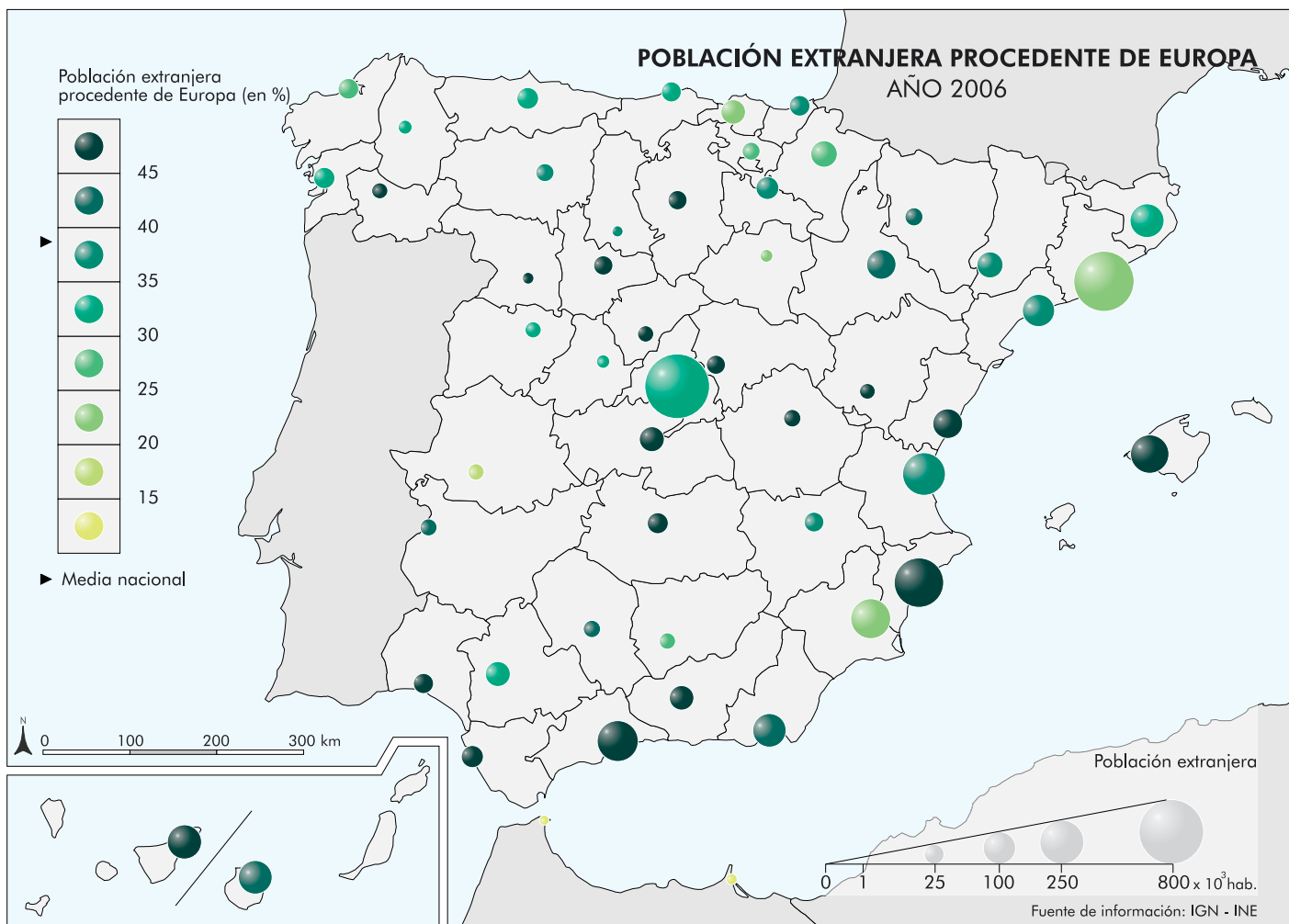
A lo largo de este apartado se han analizado cinco series de mapas diferentes acerca de las cuales puede ser discutible, como todo en cartografía, la forma en la que se han organizado las fechas y escalas, seleccionado las trayectorias y composiciones cartográficas, discretizado las variables o elegido los umbrales de comparación, pero en todas ellas la seriación era posible. Sin embargo la posibilidad de obtención de series de datos por sí sola no asegura la adecuación de su visualización al formato de serie de mapas. Es necesario un riguroso estudio previo de la información numérica y un conocimiento del código cartográfico en profundidad para poder empezar a entrever la implementación potencial de dichos datos como cartografía seriada.

Una vez realizado el análisis de las cifras y umbrales posibles para la leyenda se requiere comprobar que la codificación cartográfica resulta adecuada y permite aumentar el valor añadido que tendría la consideración cartográfica individual de cada fecha o escala.

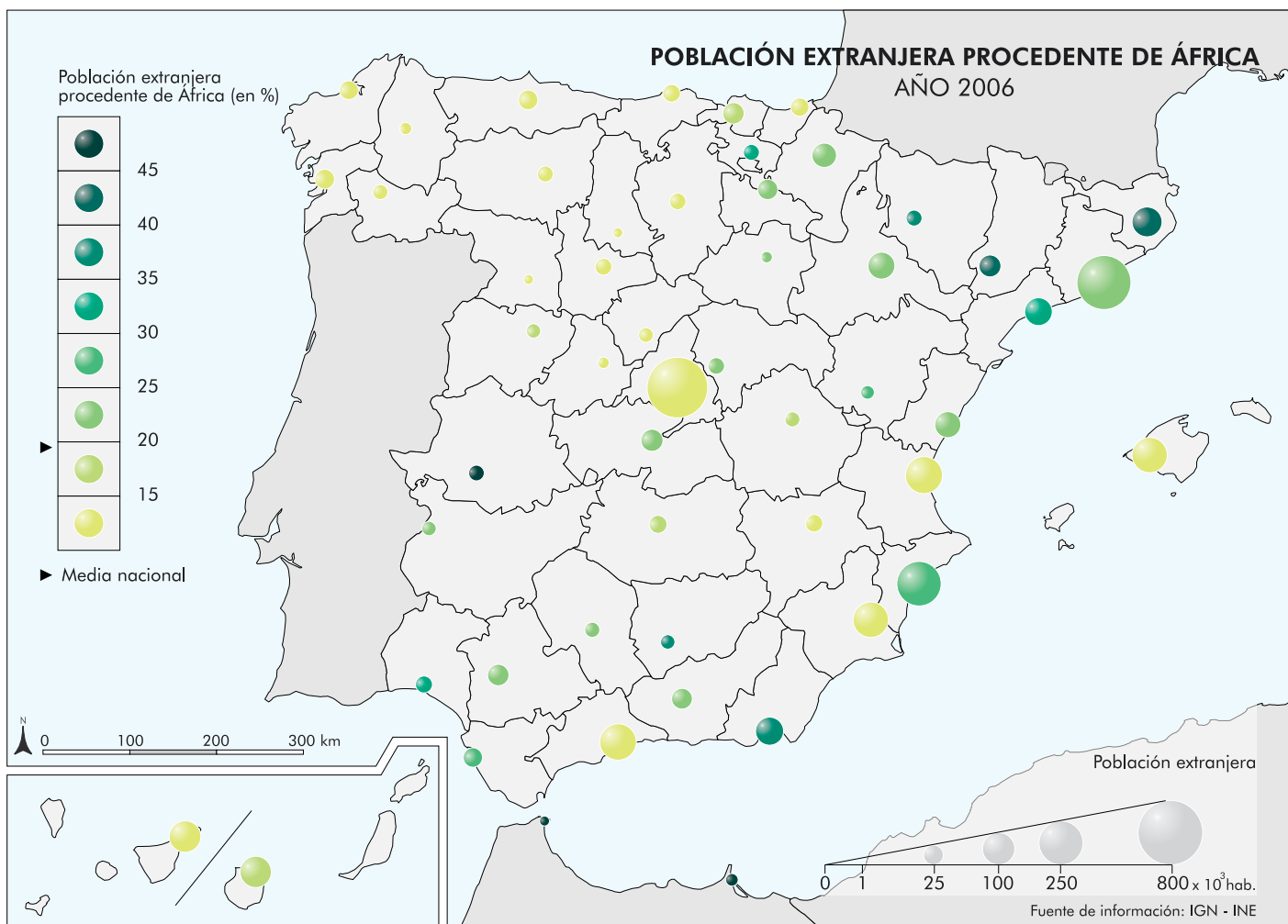
Las series expuestas en este apartado cumplían dichos requisitos, no obstante la norma general habla de más situaciones en las que no se cumplen que las que posibilitan su utilización, por lo que o bien se realiza un empleo forzado o se abandona la idea de utilizarlas al no cumplirse los requisitos mínimos de visibilidad optando por un uso independiente de cada mapa.

La representación seriada de la población extranjera por continente de procedencia (*Vid. Mapa 4-107, Mapa 4-108, Mapa 4-109 y Mapa 4-110*) es uno de los ejemplos de tipología número tres, según la clasificación propuesta previamente.

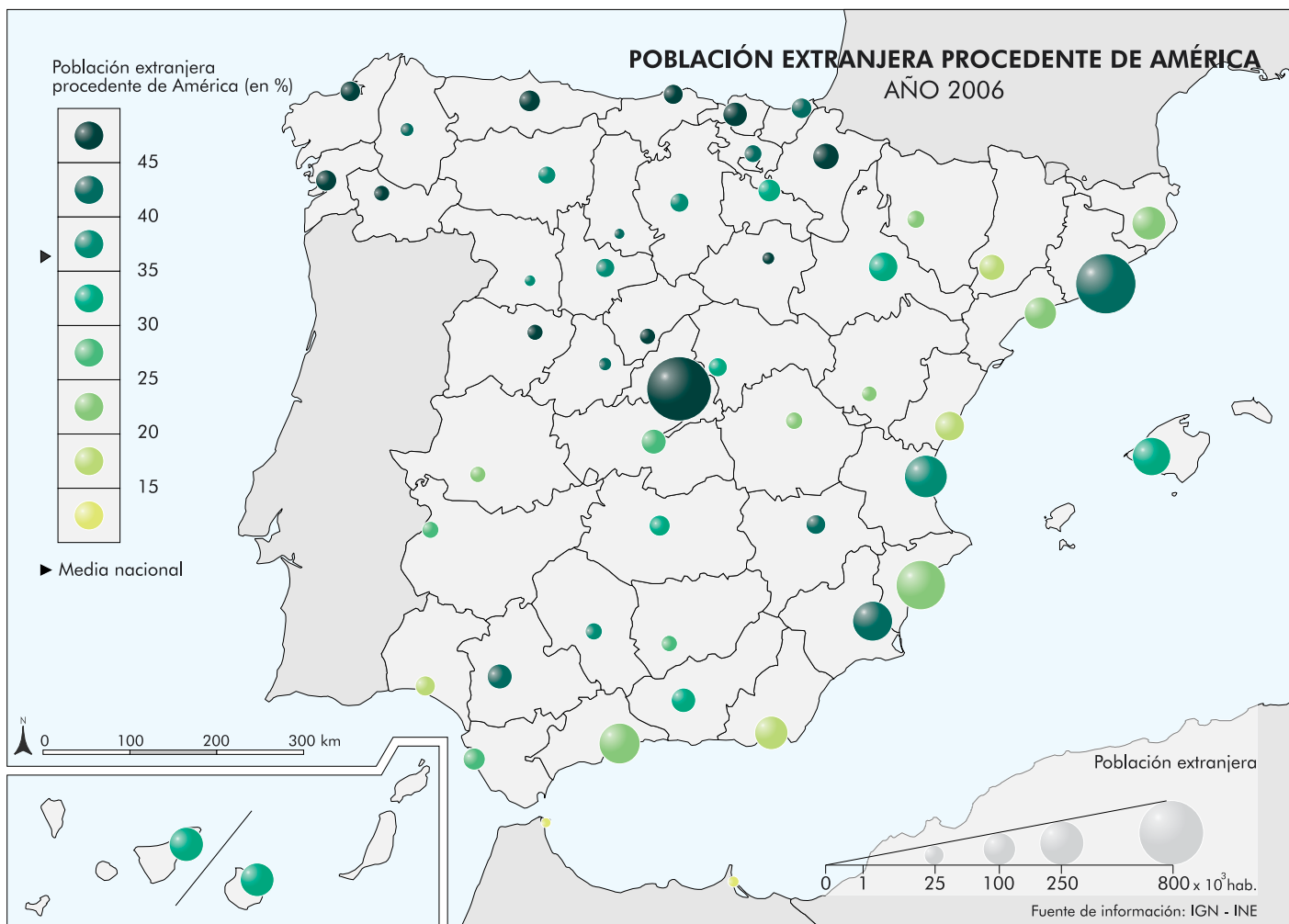
En ella se visualizan la población procedente de cada continente (Europa, África, América y Asia y Oceanía, que aparecen unidos) de forma que pueden considerarse como componentes de un mismo fenómeno. El intento de realizar cuatro mapas en los que tanto la variable tamaño, representando la población extranjera, como el valor, midiendo el porcentaje del efectivos demográficos por continente, resulte común a todos los documentos ha dado como resultado una serie con graves limitaciones de cara a su interpretación, no tanto por el tratamiento del dimensionado volumétrico que no presenta problemas, como por el número de intervalos que se requieren para que todas las procedencias puedan verse representadas. En esta serie no solo resulta manifiestamente mejorable el hecho de que haya



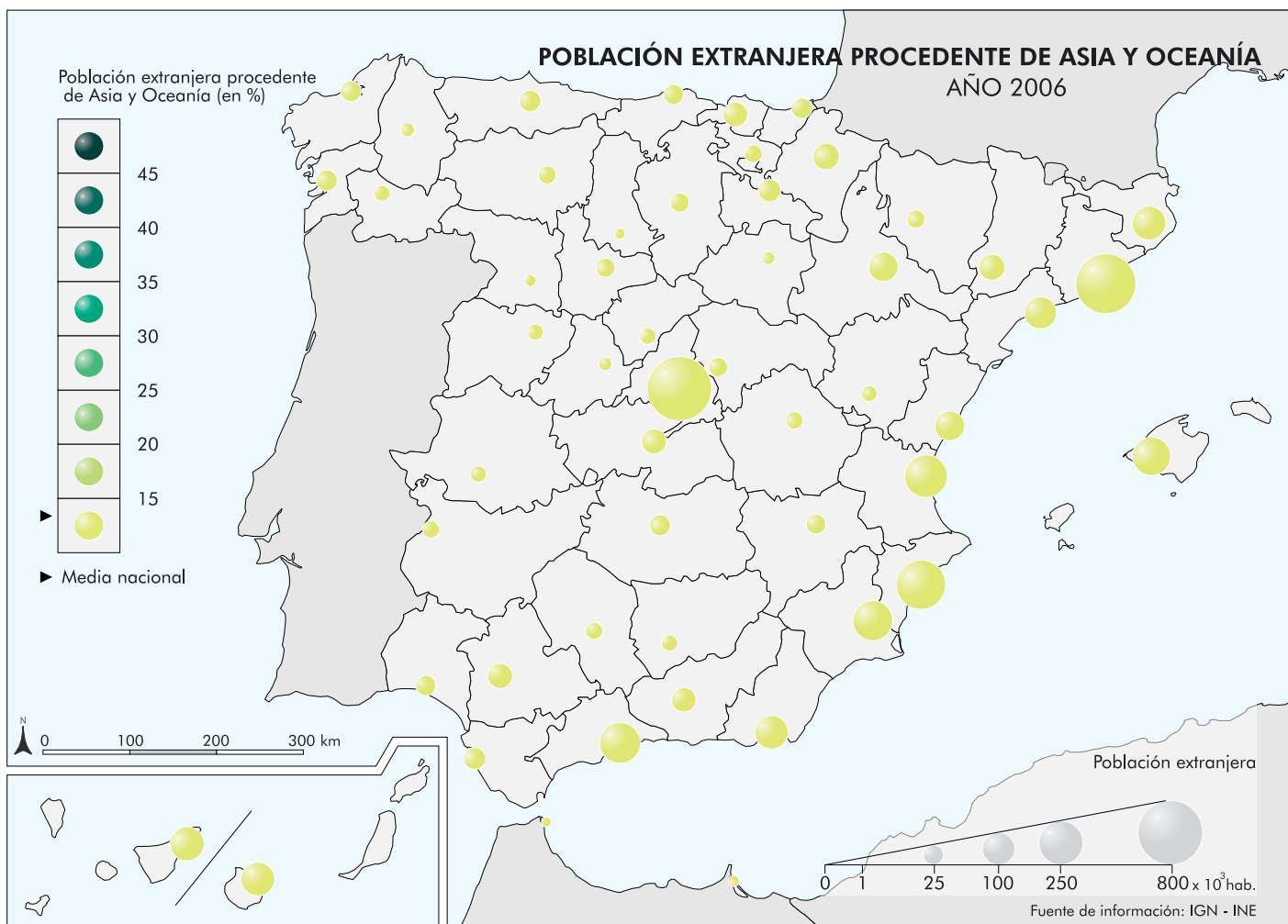
Mapa 4 107: Población extranjera por continente de procedencia: Europa, escala provincial, 2006.



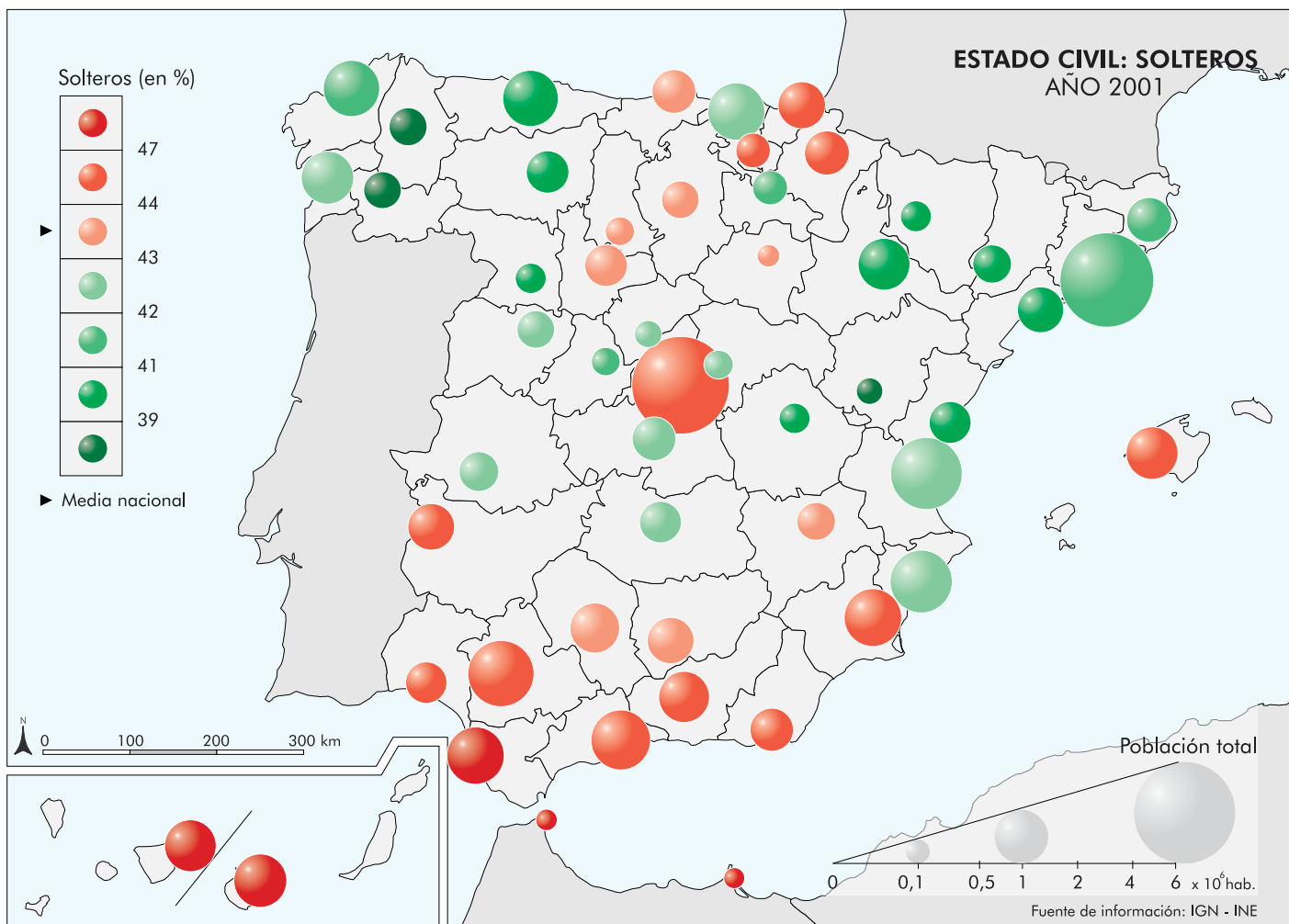
Mapa 4 108: Población extranjera por continente de procedencia: África, escala provincial, 2006.



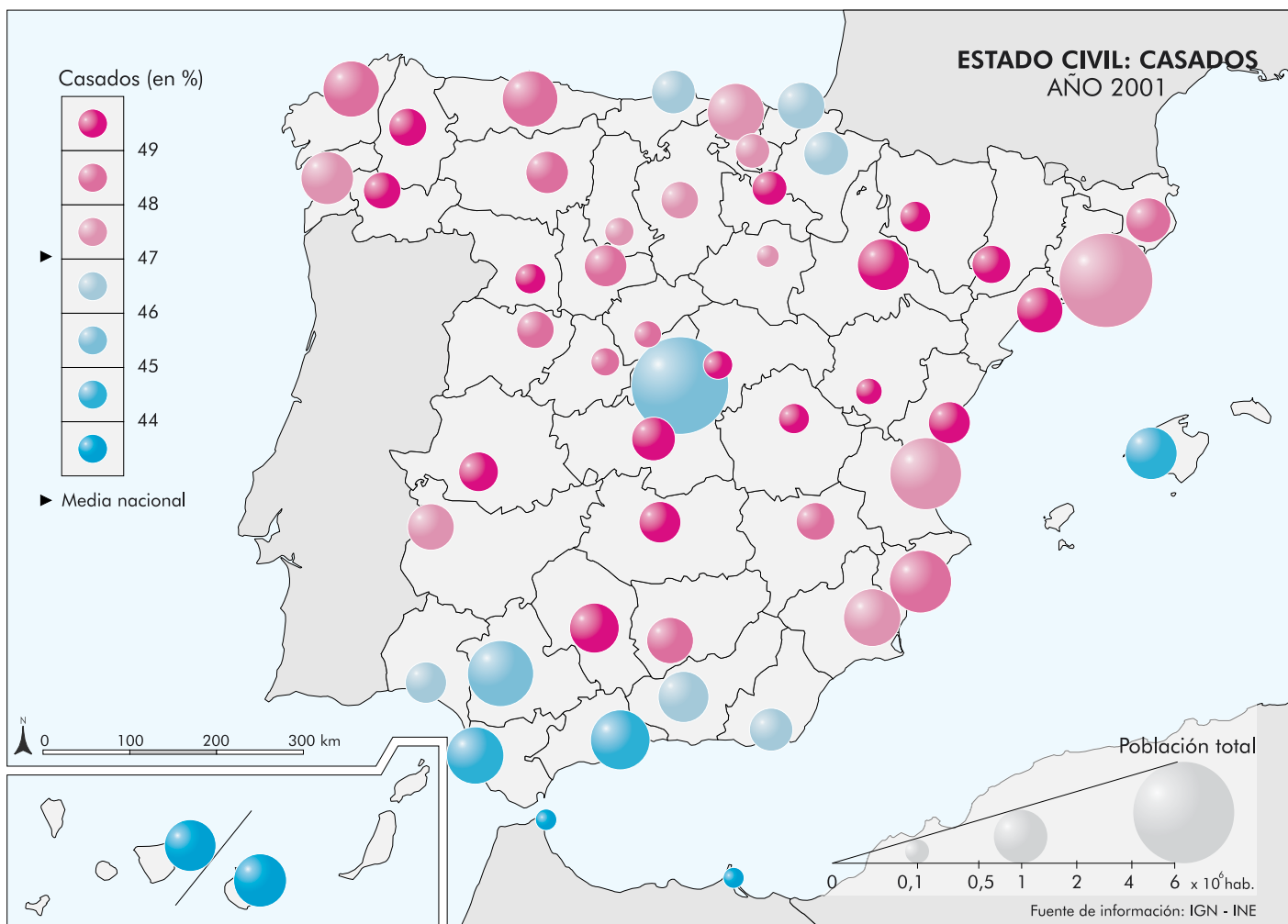
Mapa 4 109: Población extranjera por continente de procedencia: América, escala provincial, 2006.



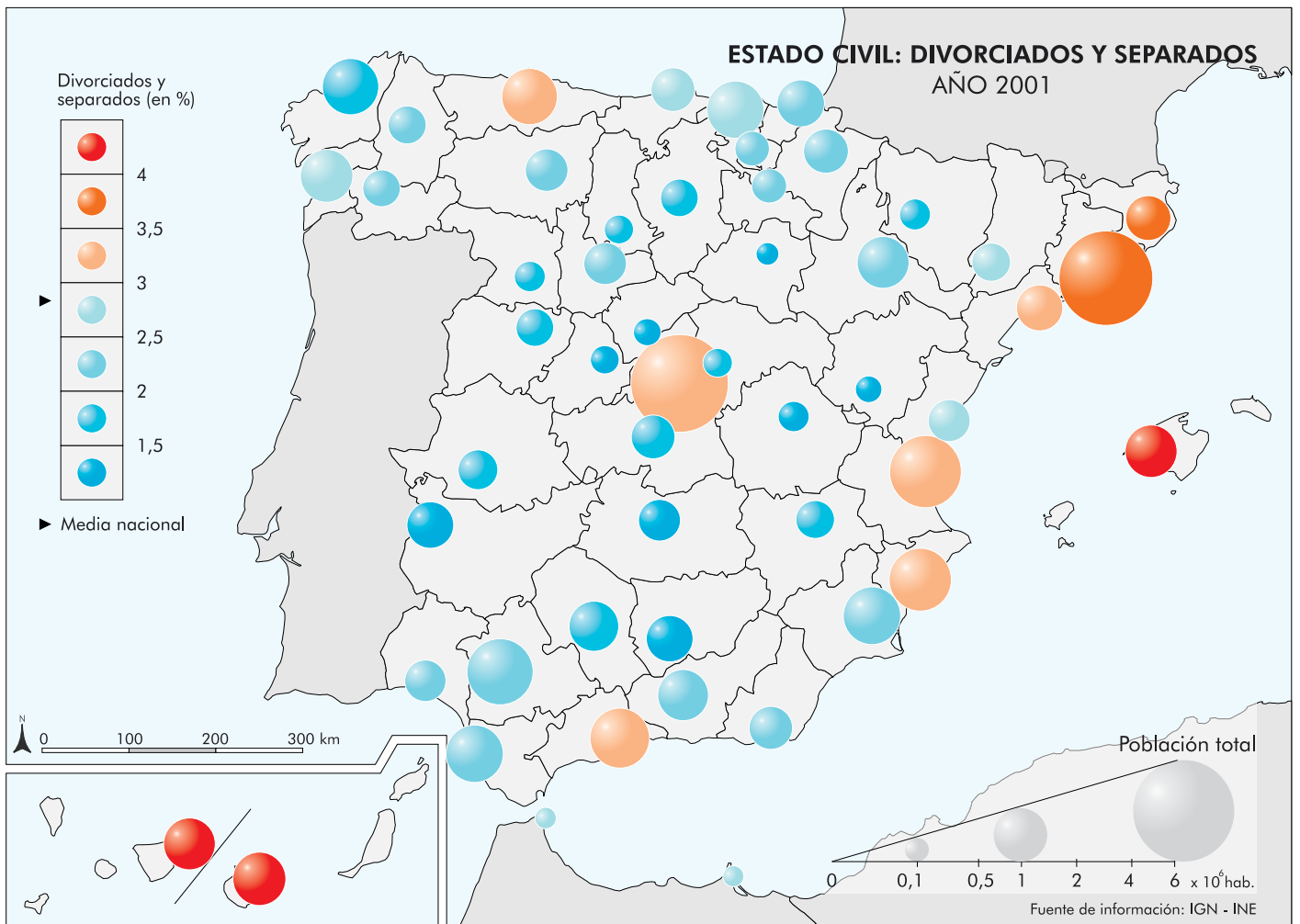
Mapa 4 110: Población extranjera por continente de procedencia: Asia y Oceanía, escala provincial, 2006.



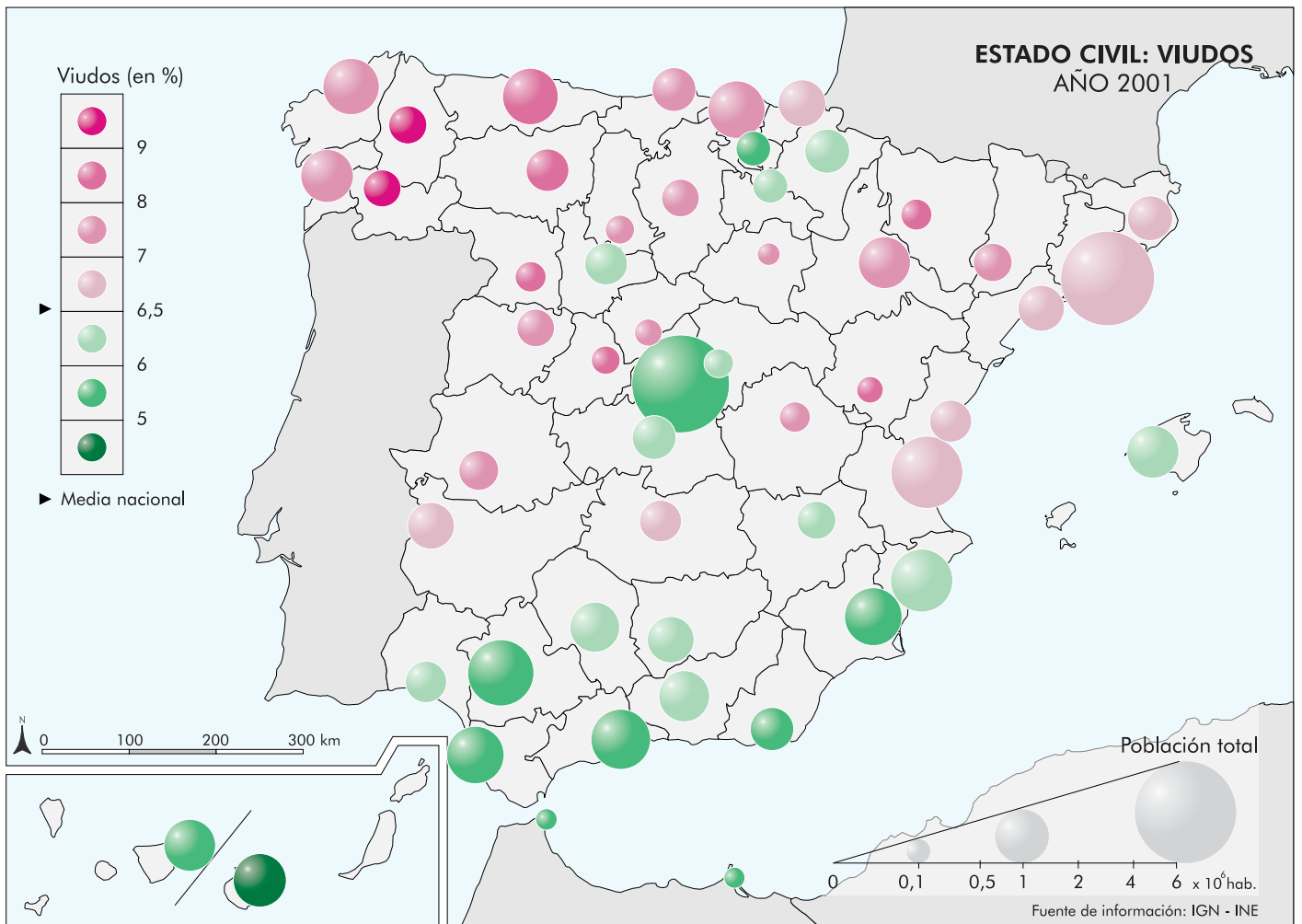
Mapa 4 111: Estado civil: Solteros, escala provincial, 2001.



Mapa 4 112: Estado civil: Casados, escala provincial, 2001.



Mapa 4 113: Estado civil: Divorciados y separados, escala provincial, 2001.



Mapa 4 114: Estado civil: Viudos, escala provincial, 2001.

sido necesaria la utilización de una leyenda secuencial de ocho intervalos, que aun empleando la gama de verdes (que suele ofrecer mayor recorrido) no permite diferenciar los colores entre sí, si no que uno de los mapas engloba (Población Extranjera procedente de Asia y Oceanía) todas sus entidades en un solo intervalo de la leyenda, lo cual implica no tener ninguna relevancia a nivel cartográfico.

Aun cuando el resto de mapas resulten significativos, la presencia de estos dos hándicaps debería ser suficiente para invalidar el empleo de esta serie en concreto. Aunque podrían buscarse otras opciones alternativas como la supresión del mapa de procedencia asiática y oceánica, la asunción de que una leyenda de valor con menos intervalos puede ser menos eficaz para percibir las diferencias concretas pero más para la lectura conjunta o, como solución final optar por un tratamiento independiente de los mapas.

Esto último es lo que se ha realizado para la serie Estado civil (*Vid. Mapa 4-111, Mapa 4-112, Mapa 4-113 y Mapa 4-114*), en la que sus distintos componentes presentaban unas distribuciones con rangos tan desiguales que era imposible encontrar umbrales compartidos. Es por eso que se ha optado por adecuar las trayectorias cartográficas referidas a la variable estado civil como si se tratara de elementos independientes. De esta manera se emplea para cada mapa una leyenda divergente en torno a la media que permita una adecuación total a su distribución favoreciendo una visualización mejor.

Cabría pues señalar que existen series de datos que son fácilmente trasladables a una representación seriada, otras presentan mayor complejidad y se constituyen como series forzadas cuya utilización depende de que el geógrafo considere que las ventajas que aporta a la lectura conjunta son mayores que las limitaciones que presenta y por último algunas de ellas simplemente no disponen de umbrales comunes que permitan la lectura compartida o son tan forzados que no merece la pena su utilización.

4.2.7. Aprovechando la capacidad analítica de la cartografía

A lo largo de esta tesis doctoral se han empleado distintos tipos de trayectorias y composiciones cartográficas buscando siempre que éstas reflejaran la distribución espacial de las variables demográficas y mostraran sus tendencias y particularidades a lo largo y ancho del territorio. La combinación entre el empleo del tamaño como variable visual de contextualización ligado a las cifras totales de población y la utilización de leyendas de valor/color para caracterizar la variable principal permite la concepción de cartografías cuya imagen garantiza, bajo una mirada atenta, la distinción y separación de los comportamientos diferenciados de la población hasta llegar a conocer los principios que rigen la distribución de las variables.

Dos tipos de leyendas resultan especialmente útiles a la hora de acometer esta tarea: Por una parte las leyendas divergentes, que diferencian comportamientos a partir de un punto crítico y por otro las leyendas de doble entrada, que relacionan variables a las que se les presupone una correspondencia recíproca en sus comportamientos.

Para cada uno de estos tipos de discretización mediante color o valor se presenta una nómina de ejemplos cartográficos en los que se manifiestan estas cualidades analíticas.

4.2.7.1. Puesta de relieve de patrones diferenciadores, la eficacia de las leyendas divergentes

Enlazando con lo mencionado en el párrafo anterior se comienza este apartado mostrando ejemplos que emplean con especial acierto las leyendas divergentes que permiten encontrar tendencias y predisposiciones de comportamiento en la misma distribución espacial de la variable.

Los ejemplos a presentar son cuatro: La tasa de autoctonía, la población vinculada que reside y trabaja en un municipio, las variaciones de densidad de población y por último las tasas de paro y ocupación que se comentarán de forma conjunta. A nivel cartográfico todos ellos son mapas relativamente similares, incluso la mayoría emplean las mismas trayectorias y composiciones cartográficas. Con ánimo de evitar repeticiones los tres últimos apartados que se incluyen en la estructura de los comentarios (Elementos positivos, Elementos mejorables y Posibles alternativas) se comentarán de forma conjunta en el subíndice 2.7.1.5

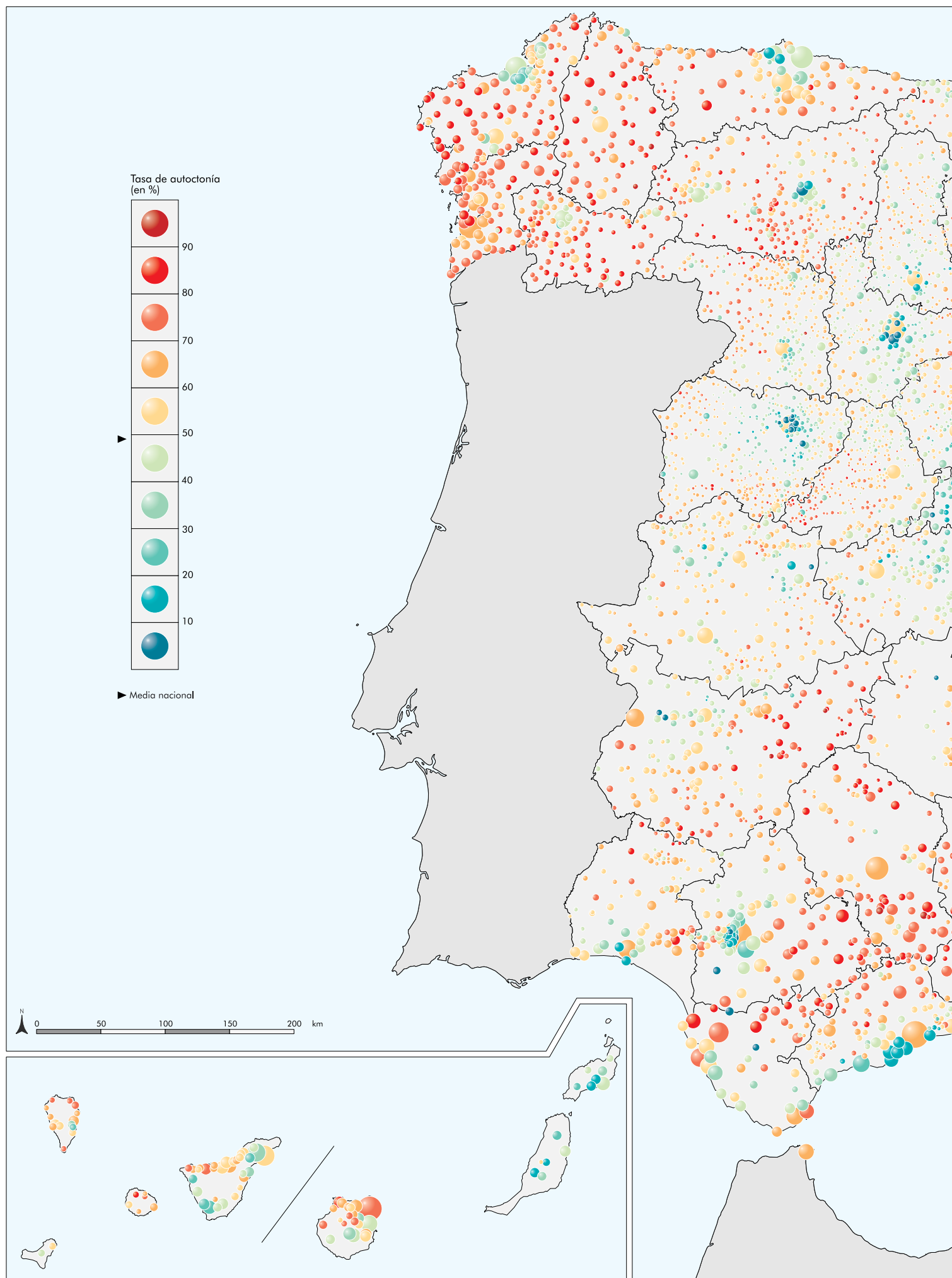
4.2.7.1.1. La tasa de autoctonía

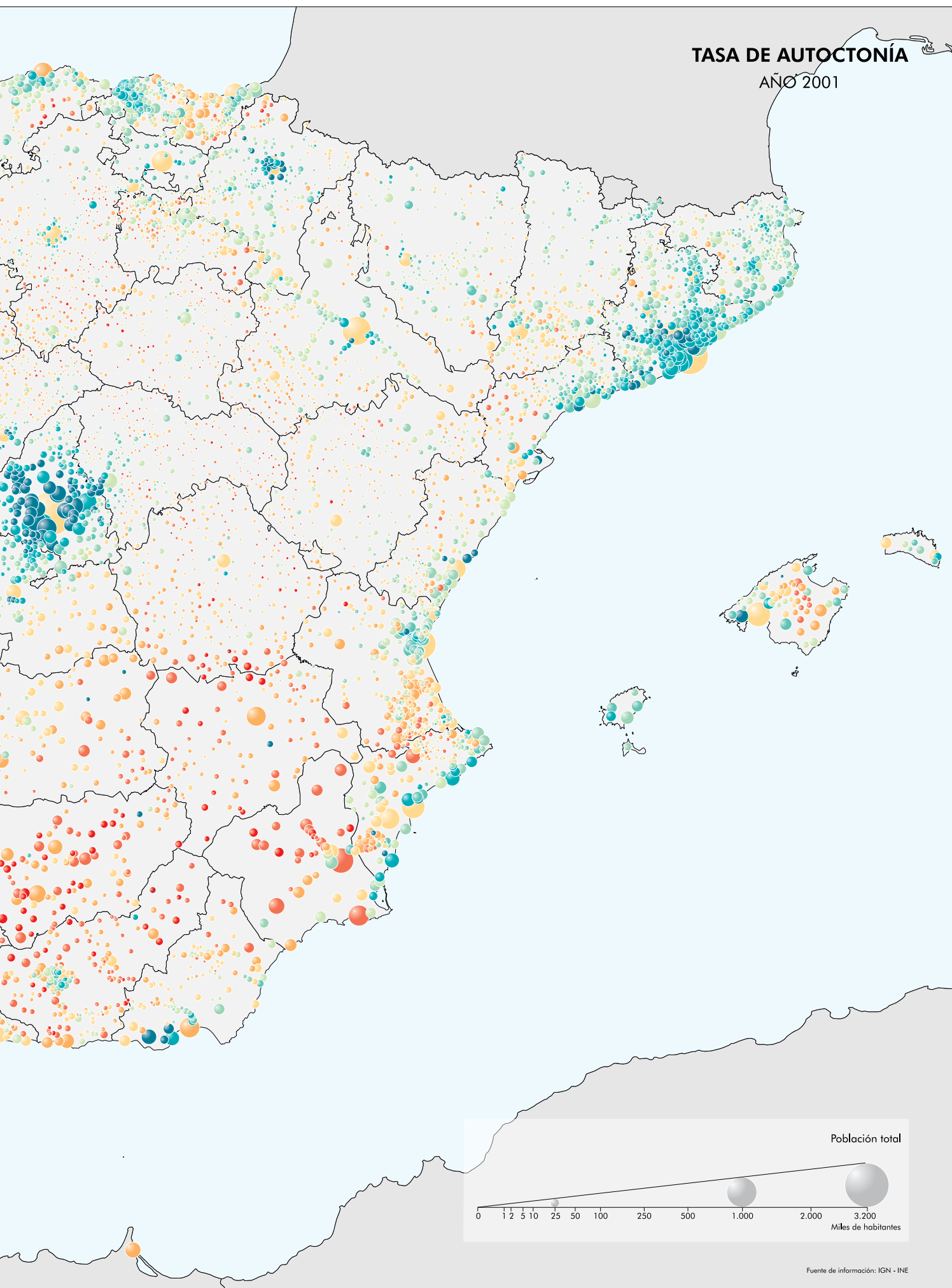
(Vid. Mapa 4-115)

A) Comentario cartográfico:

| TASA DE AUTOCTONÍA | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Autoctonía | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

Expresada como el porcentaje de personas nacidas en el mismo municipio en el que residen, esta variable cuantitativa permite estudiar la importancia de las migraciones y, junto con algún indicador del envejecimiento de la población y del porcentaje de extranjeros, extraer conclusiones sobre despoblamiento, dinamismo del área, necesidad de políticas de desarrollo económico, de integración de inmigrantes, etc. Su codificación cartográfica se ha realizado a través de la trayectoria 27, el recorrido de la variable se mueve entre cero (no hay nacidos en el municipio residiendo en él) y cien (cuando la totalidad de sus habitantes son naturales del municipio) por lo que se mide en escala absoluta. Con el valor cero hay dos municipios y con el valor cien otros dos, ninguno de los cuatro llega a cien habitantes. Dado que el volumen demográfico de la entidad explica datos extremos como estos se ve justificada la superposición de la leyenda de color con la de tamaño que muestra las cifras absolutas de población de cada municipio mediante dimensionamiento volumétrico (Trayectoria 20).





Mapa 4 115: Tasa de Autoctonía, escala municipal, 2001.

La distribución normal, ligeramente asimétrica y con sesgo negativo, de los valores de la variable Tasa de autoctonía (Vid. Gráfico 4-9) permite un empleo cuasi perfecto, teóricamente hablando, de la leyenda divergente. En este caso se caracteriza por una disposición homogénea de 10 intervalos de diez puntos cada uno que emplea el método de discretización de los Intervalos definidos. Asimismo la divergencia se establece en torno a la media que se sitúa en 48,7 por ciento circunstancia que permite configurar cinco clases por encima de la misma y cinco por debajo en colores cálidos para la secuencia superior y fríos para la inferior en una concepción claramente semiótica.

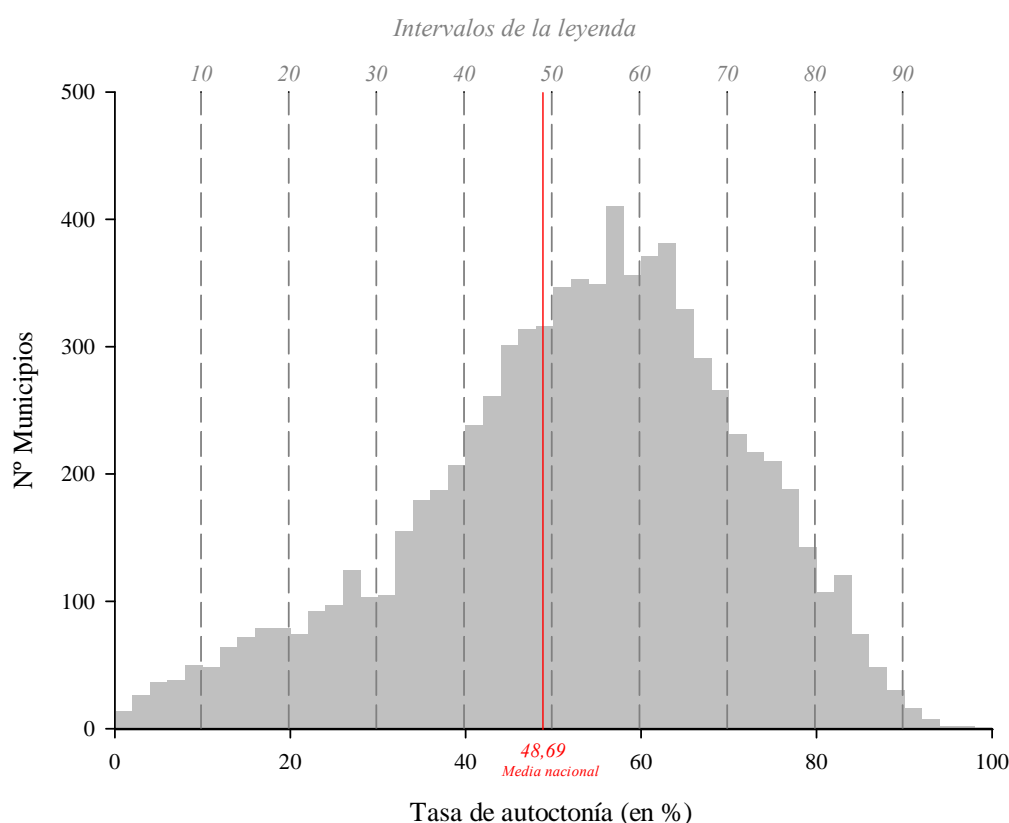


Gráfico 4-9: Distribución de frecuencias en el de los datos de tasa de autoctonía, 2001. Elaboración propia.

Este mapa es el primero de los ejemplos que demuestran la eficacia de las leyendas divergentes para destacar los distintos patrones de distribución espacial y funcionalidad demográfica, en el se pueden percibir las siguientes tendencias sin necesidad siquiera de comenzar el análisis geográfico:

- Las cifras más bajas de población autóctona (codificadas en azules oscuros) circundan las ciudades, resulta especialmente evidente en las de mayor tamaño demográfico pero también las capitales de provincia y municipios con funciones urbanas han desarrollado movimientos que generan la búsqueda de residencias cercanas a la metrópoli reduciendo con ello las tasas de autoctonía de los asentamientos de llegada.

- La búsqueda de los valores más elevados (representados en rojos) lleva a los municipios rurales cuyo volumen de población asegura la existencia mínima de actividades y la creación continuada de empleo capaz de absorber las jóvenes generaciones que alcanzan la edad activa y garantizarles una opción de futuro en el mismo lugar en el que nacieron.
- Los valores intermedios, con cifras comprendidas entre el cincuenta y el setenta por ciento de población nacida en el municipio remiten a las ciudades, tanto las grandes urbes como las capitales de provincia han visto llegar gentes de forma discontinua desde los años 60 hasta la actualidad, que incrementaban sus tamaños demográficos y disminuían sus tasas de autoctonía. Sin embargo en ellas han nacido los hijos de los inmigrantes que ahora mismo incrementan el porcentaje de autóctonos antes de emanciparse y salir a los municipios cercanos.

B) Análisis geográfico: En el conjunto español, tan solo 19,8 millones de habitantes de los 40,8 que figuraban en el censo español de 2001, permanecían en sus municipios de origen. Esto significaba que la tasa de autoctonía media española era del 48,7%, aunque su distribución territorial fuera muy variada.

En principio, las grandes ciudades han sido espacios de llegada de gentes de procedencias muy diversas. La avalancha campo-ciudad, que tuvo su máxima expresión en las décadas de los cincuenta y sesenta del siglo XX, restó efectivos demográficos a muchos municipios que, sin embargo, posteriormente se han recuperado de forma parcial cuando, tras su jubilación en la ciudad, han retornado a sus lugares de origen.

Por eso, en general, las ciudades presentan unas tasas de autoctonía inferiores a las de los pueblos, aunque conviene matizar por cuanto en las grandes ciudades sus tasas de autoctonía, Madrid tiene un 54,2%, suelen ser menos elevadas que en las ciudades de tipo medio, capitales tradicionales de provincia, que han conservado su población tradicional sin recibir apenas otra población foránea que la procedente de sus propias provincias. Con todo, se nota una mayor tasa de autoctonía en las ciudades del Sur, que casi no han recibido inmigración foránea (Sevilla 67,1%; Málaga 68,8%; Murcia 75,4%; Huelva 66,9%; Badajoz 64,3%; Cádiz 74,4%) que en las del norte, que sí la han recibido en mayor o menor proporción (Pamplona 55,2%; Burgos 54,2%; Oviedo 51,2%; Logroño 48,8%; León 44,4%). Durante las décadas de los cincuenta y los sesenta, este trasvase supuso, además, un aumento de los residentes por los aportes que supusieron el nacimiento de sus hijos. Estos, ciudadanos autóctonos de estas ciudades, han contribuido a que los porcentajes sean más bajos que los de las coronas metropolitanas, que han recibido recientemente las inmigraciones nacionales y extranjeras en una mayor proporción que las capitales metropolitanas.

Por ello, en muchos municipios de las sucesivas coronas metropolitanas, con tasas muy elevadas de crecimiento de población, y sobre todo si son de reciente creación, prácticamente no ha habido tiempo para los nacimientos, por lo que algunos de ellos ofrecen valores de autoctonía inferiores al 5%, como sucede por ejemplo en Fuenlabrada (4,8% de nacidos autóctonos en él), Alcobendas (4%), Coslada (2,3%), Las Rozas (2,2%) o en Alcorcón (3,9%). El madrileño ha sido un crecimiento explosivo que ha dado lugar a valores tan bajos como los precitados, lo que no se repite en el entorno barcelonés (L'Hospitalet de Llobregat 17,3%; Cornellá de Llobregat 11,5%; Sant Boi de Llobregat 13,6%), con unos crecimientos dos décadas anteriores a los del área metropolitana de Madrid, aunque sus valores medios distan mucho de los de su ciudad central (Barcelona 57,8%).

Entre las regiones con tasas elevadas de autoctonía figura a la cabeza Galicia. Pocos han sido los inmigrantes que ha recibido, que se concentran especialmente en A Coruña con solo un 48,6% de población nacida en el municipio, y muchos los que han dejado sus tierras de origen para encaminarse a otras provincias españolas y principalmente a Madrid. Por ello la mayor parte de sus ciudades dan valores elevados (Pontevedra 61,8%; Ferrol 62,2%; Santiago de Compostela 58,1%), pero también sus pueblos y aldeas que se mantienen por encima del 60%. Algo parecido sucede en Asturias con la salvedad de que sus ciudades han tenido un comportamiento migratorio distinto y presentan unos porcentajes más bajos de población autóctona.

El País Vasco da unas tasas de autoctonía moderadas. Recibió mucha inmigración hasta los años setenta para posteriormente cambiar su signo y al mismo resultado se llega en el eje del Valle del Ebro (Navarra, Rioja, Aragón) con la particularidad de que muchas de estas pequeñas ciudades y pueblos que exportaron población han recibido después las llegadas de los pueblos de su entorno sin que se hayan producido nuevas emigraciones, salvo entre sus jóvenes estudiantes cualificados.

Las Baleares dan una elevada tasa de autoctonía en espacios rurales, pero allí donde el turismo europeo se ha fijado, sus tasas han caído por debajo del 30 y aún el 20% al igual que sucede en Canarias o en muchos puntos del litoral levantino o de la Costa del Sol.

Se podría afirmar que, indirectamente, las bajas tasas de autoctonía nos ayudan a marcar los espacios más dinámicos del territorio nacional en el prelude del siglo XXI, teniendo en cuenta que son las cuencas de vida de los grandes ejes y entornos metropolitanos los que están favoreciendo trasvases de población y actividad, hasta hace unas décadas inexistentes.

4.2.7.1.2. La población vinculada que reside y trabaja en un municipio

(Vid. Mapa 4-116)

A) Comentario cartográfico:

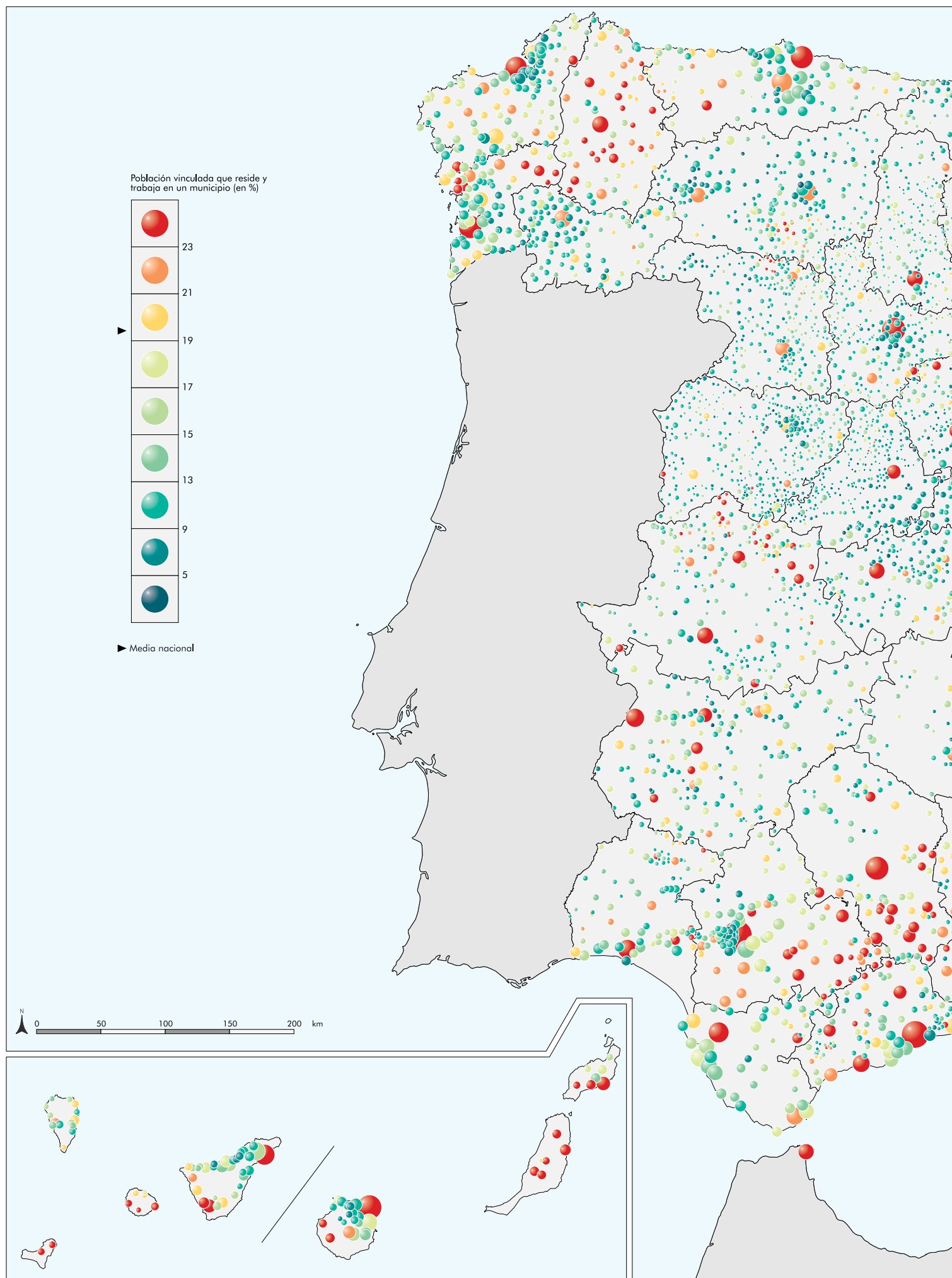
| POBLACIÓN VINCULADA QUE RESIDE Y TRABAJA EN UN MUNICIPIO | | | | | | |
|--|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Población Vinculada que reside y trabaja en un municipio | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

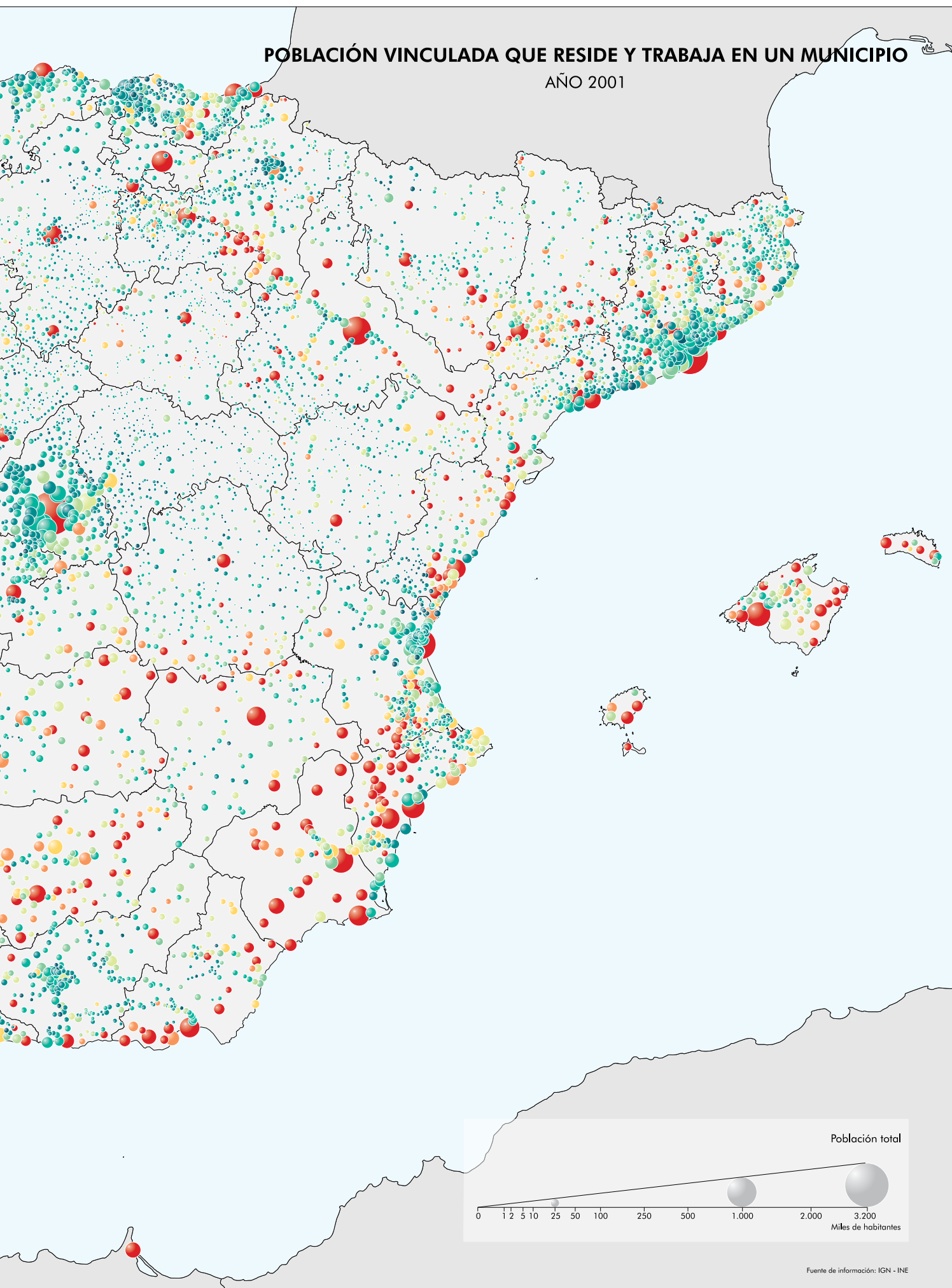
En este caso de nuevo nos encontramos ante la misma composición cartográfica, la B, que ha sido mayoritariamente utilizada en las representaciones de esta tesis doctoral, por lo que no es necesario recalcar de nuevo en su explicación.

Se considera oportuno, no obstante, centrar la atención en el diseño de la leyenda divergente que ha permitido el reflejo de las tendencias espaciales de la tasa de vinculación por residencia y trabajo. La distribución que presenta la variable (Vid. Gráfico 4-10) tiene un fuerte componente leptocúrtico, aunque permite percibir que más de un 88 por ciento de los municipios se encuentran por debajo de la media nacional.

Esto justifica el empleo de tan solo tres categorías por encima de la misma y de cinco por debajo. La elección de los umbrales de ruptura ha sido un proceso, basado en el método de Intervalos definidos pero modificado mediante varias iteraciones hasta dar con la solución adecuada para mostrar patrones de comportamiento. Se estructura de la siguiente manera:

- Los intervalos por debajo de la media nacional se distribuyen en grupos con rango de cuatro puntos, requiriendo una amplitud intermedia puesto que todos los municipios incluidos en estas clases presentan unas características similares a nivel de tamaño demográfico y de funcionalidad espacial.
- El último intervalo de la secuencia por debajo de la media presenta tan solo una amplitud de dos puntos para coincidir con la misma y poder presentar los tres intervalos de gama cálida que también tienen un rango de dos, puesto que esos umbrales permiten la mejor visualización de patrones espaciales.





Mapa 4 116: Población Vinculada que reside y trabaja en un municipio, escala municipal, 2001.

De nuevo se emplea la gama cálida para hacer referencia a los valores más elevados de la variable y la fría para los que se encuentran por debajo de la media en la evidente concepción semiótica que impregna toda la propuesta. La existencia de cinco intervalos ha requerido una buena selección de los colores para conseguir que se distingan unos de otros con relativa facilidad de manera que las categorías no se confundan. Se ha procurado, no obstante, que los pesos visuales de los intervalos extremos de la parte alta y baja de la leyenda sean equivalentes para conseguir un efecto estético sensorialmente equilibrado.

Histograma, Población vinculada que reside y trabaja (2001)

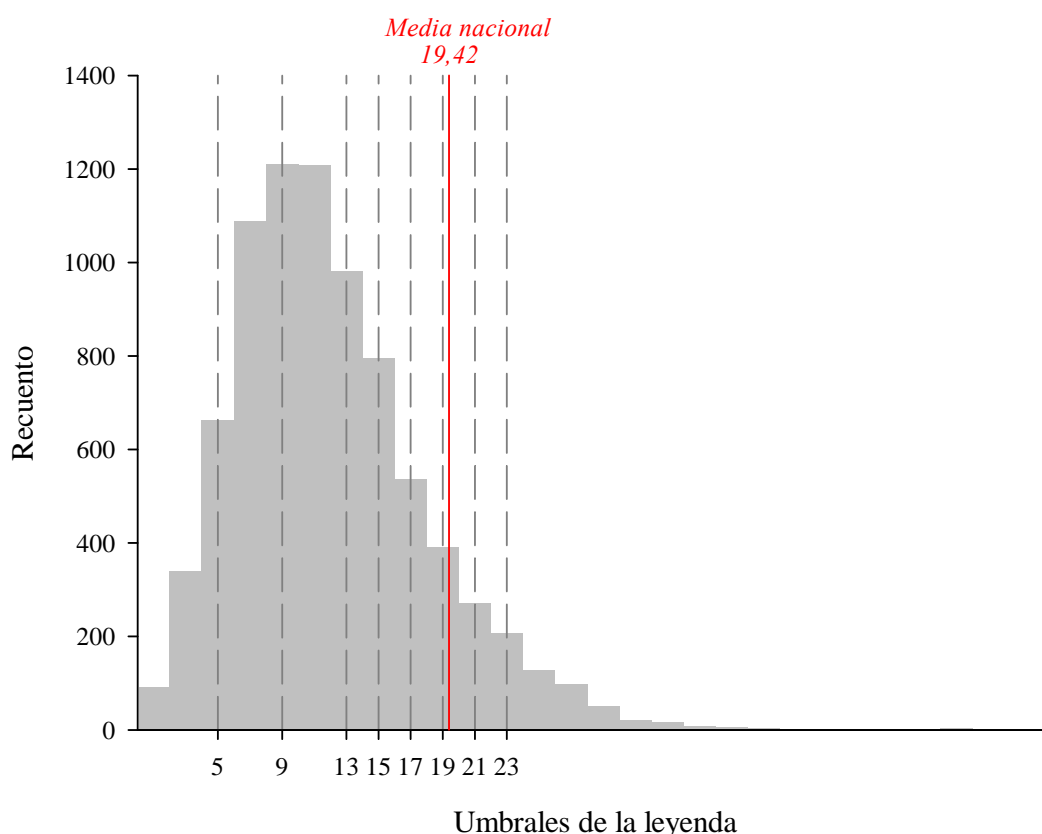


Gráfico 4-10: Histograma de frecuencias de la variable Población vinculada a un municipio que reside y trabaja en el mismo, 2001.

El empleo de esta leyenda divergente permite la visualización de los siguientes patrones:

- Como norma general se puede ver que las ciudades presentan los porcentajes más altos de población que reside y trabaja en el mismo municipio, aunque concretando, esta categoría de ciudades refiere en realidad a municipios cuyo grado de madurez en el sistema de asentamientos es elevado.

- Además los mayores porcentajes permiten reconocer ejes de actividad donde los municipios han sido capaces de consolidar su funcionalidad.
- Los valores más bajos se vinculan a dos entornos muy diferenciados y con distinta casuística, si bien es cierto que en ambos casos se presenta la imposibilidad del municipio de ofrecer al mismo tiempo empleo y residencia a sus habitantes:
 - La orlas de municipios que circundan las ciudades, especialmente las urbes metropolitanas, las capitales de provincia y los asentamientos más estables respecto a empleo.
 - Los municipios más pequeños del ámbito rural, principalmente en la mitad septentrional española.

B) Análisis geográfico: La vinculación por empleo es uno de los tres componentes que conforman el total de población vinculada a una entidad. Al no considerar de forma global la gente que trabaja en un municipio sino que se impone el requisito de vivir en ese mismo espacio se está configurando un mapa que presenta en realidad el grado de capacidad que los asentamientos tienen de ofrecer residencia y empleo al mismo tiempo, lo que se puede traducir en el grado de madurez que el mismo tiene dentro del sistema de asentamientos. Es además una medida de la sostenibilidad de la ciudad y de calidad de vida de sus habitantes.

Un porcentaje mayor de población que reside y trabaja en el mismo lugar implica que ese municipio tiene un mayor grado de madurez y estabilidad favorecido por una concepción equilibrada del mismo en la que se haya sabido combinar las distintas funciones y actividades para generar cuencas de vida más reducidas que evitan a sus habitantes los desplazamientos entre los principales espacios en los que se desarrolla su vida diaria.

Esto justifica la consideración de las tasas más elevadas como un signo de calidad de vida, aunque se tiene que considerar que sus porcentajes son relativamente bajos puesto que no afecta a niños o ancianos, entre otros, aunque son computados para hallar la relación con el total. De hecho en España, para una población vinculada de 52,46 millones de personas, los que viven y trabajan en el mismo municipio (10,18 millones de personas) arrojan un valor porcentual del 19,42.

Su cartografía por municipios arroja interesantes conclusiones. La España con valores superiores a la media se sitúa sobre todo en grandes o medias ciudades: no solo las grandes urbes españolas (Madrid y Barcelona) presentan esta característica, sino que la mayoría de capitales de provincia la adquieren también puesto que son generadoras de empleo y residencia al mismo tiempo. Puede resultar obvio en ciudades como Sevilla (23,51 por ciento), Zaragoza (32,17 por ciento) o Valencia (23,09 por ciento),

pero lo cierto es que también las capitales de menor peso demográfico se incluyen en este grupo: Teruel (29,07 por ciento), Soria (25,76 por ciento), Cuenca (24,89 por ciento), Cáceres (24,75 por ciento), Albacete (29,15 por ciento) o Aranda de Duero (26,80 por ciento).

Una de las excepciones a la relación entre tamaño y altas tasas de vinculación por trabajo se encuentra en espacios de entornos metropolitanos y en los municipios que circundan los asentamientos del grupo anterior, donde una mayoría evidente de sus habitantes tiene necesidad de desplazarse a otros municipios, normalmente a la ciudad central o a espacios con empleo consolidado para encontrar un puesto de trabajo. Esto supone el establecimiento de unos movimientos centrífugos por las mañanas y centrípetos a última hora de la tarde que se traduce en los fenómenos conocidos como *commuting* cuya consecuencia primera es la ampliación evidente de las cuencas de vida de la población. Ejemplo de esta situación respecto a Madrid son Tres Cantos (8,59 por ciento), Getafe (12,27 por ciento), Leganés (9,38 por ciento), Alcorcón (10,27 por ciento). Otras muestras que confirman este patrón son Cuarte de Huerva (8,52 por ciento) y Cadrete (8,94 por ciento) respecto a Zaragoza; Palomares del Río (9,60 por ciento) y Espartinas (8,85 por ciento) en relación con Sevilla; Zaratán (6,84 por ciento) vinculado a Valladolid o Garray (6,91 por ciento) y Golmayo (6,85 por ciento) respecto a Soria.

Barcelona presenta otro de los grandes ejemplos relacionados con esta situación de orlas de datos inferiores de esta variable con municipios como Sant Adrià de Besòs (7,78 por ciento), Santa Coloma de Cervelló (8,17 por ciento), L'Hospitalet de Llobregat (11,66 por ciento) o Esplugues de Llobregat (8,20 por ciento) todos ellos en un radio de 30 kilómetros respecto a la ciudad central. Estos municipios se configuran en una segunda orla de entidades con un grado escaso de madurez urbana, que se ve superada por los entornos más cercanos a la metrópoli que progresivamente se van consolidando en el sistema urbano y como consecuencia van generando empleo y residencia al mismo tiempo, tal es el caso de El Prat de Llobregat (15,73 por ciento). Un tercer grupo de entidades se ven plenamente asentadas en el marco del sistema urbano ligadas probablemente a la difusión de actividad económica de la ciudad central y se configuran como alternativas viables capaces de ofrecer residencia y empleo en el mismo espacio, o lo que es lo mismo, de evitar los desplazamientos diarios intermunicipales superiores a 30 minutos o más, como es el caso de Mataró con un 26,05 por ciento o Sabadell con un 21,59.

Cabe destacar la importancia del tamaño de los municipios en la minimización de desplazamientos fuera de él y, esto se manifiesta en la doble componente de tamaño de población y de superficie.

Por grandes espacios, la mitad meridional española da valores más elevados que la mitad septentrional, lo que es especialmente perceptible en Castilla y León, Aragón y

Castilla-La Mancha, donde hay un fuerte contraste entre los núcleos rurales predominantes y las ciudades, que siempre dan valores más elevados.

No es posible finalizar el comentario sin llamar la atención sobre los ejes funcionales que se reconocen por la sucesión de municipios con valores superiores al 23 por ciento: el eje del Ebro, el del Guadalquivir o el litoral mediterráneo dan fe de que la situación en el marco de los mismos apoya la consolidación dentro del sistema de asentamientos de cada una de las entidades que forman estos ejes de actividad.

4.2.7.1.3. Variaciones de densidad de población

(Vid. Mapa 4-117)

A) Comentario cartográfico:

| VARIACIÓN DE DENSIDAD | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Variación de densidad | Cuantitativa | Razón | Superficial | Valor / Combinación valor-color | 25 | - |

El mapa que se trata en este apartado, refleja las variaciones de densidad de población acaecidas entre 1970 y 1981 a escala municipal. Aunque el mismo se inserta en una serie temporal de mayor amplitud es posible su empleo de forma independiente dado el amplio rango de valores que presenta, al reflejar el final de los grandes procesos migratorios interiores que sucedieron en España en las décadas de los 60 y 70.

Este es uno de los escasos ejemplos en esta tesis doctoral en los que se presenta una sola variable en un mapa, además utilizando la implantación superficial, en contraposición al tan empleado dimensionamiento volumétrico por tamaño demográfico unido a una segunda variable mediante el valor o color. Este empleo viene justificado por que se busca la codificación de una variable relacionada directamente con la superficie de cada municipio: las variaciones de densidad de población, de manera que la percepción de cada entidad no queda condicionada por su propia superficie. De esto se deriva que la variable debe ser cuantitativa y que su escala de medida es de razón, ya que se pueden estimar las diferencias exactas entre los valores y realizar cálculos de proporcionalidad.

Ya se ha señalado que el tipo de implantación utilizado es la superficie sobre la que se aplica una leyenda que combina el valor y el color en una estructura de divergencia que se diferencia de las ya mencionadas en este apartado en un aspecto fundamental: el punto de inflexión que divide la leyenda en dos gamas secuenciales es el cero, en vez de la media nacional que ha sido empleada anteriormente.

Al tratarse de mapas dinámicos que muestran las diferencias entre dos situaciones estáticas en el tiempo, los datos por encima de cero señalan desarrollos positivos de las entidades que

tienen en 1981 mayor densidad de población que la que tenían en 1971. Es por esto que, aprovechando las propiedades semióticas de los colores cálidos, se ha empleado la transición entre amarillo y rojo para representar estos crecimientos. Por el contrario la gama de los verdes, con propiedades semióticas de alejamiento, ha sido adjudicada a las evoluciones negativas.

La discretización mediante la cual se han creado los intervalos es sumamente irregular, aunque se emplean doce clases, seis por encima y seis por debajo de cero, la distancia entre ellos no es equidistante aunque sí que es paralela en volumen de variación ya sea positiva o negativa (3 y -3, 6 y -6, 15 y -15, 30 y -30). Tan solo el último intervalo ha sido adaptado al rango de los datos, mucho más amplio en el caso positivo que en el negativo por lo que se toma el valor 500, que recoge más de noventa entidades, frente al -100, más comedido, de la parte baja de la leyenda en el que se incluyen escasamente cuarenta municipios.

En relación con el título de este apartado: la búsqueda de patrones favorecida por el empleo de leyendas divergentes, este es un caso especialmente revelador sobre todo por la divergencia establecida respecto al crecimiento nulo que permite observar las evoluciones positivas y negativas:

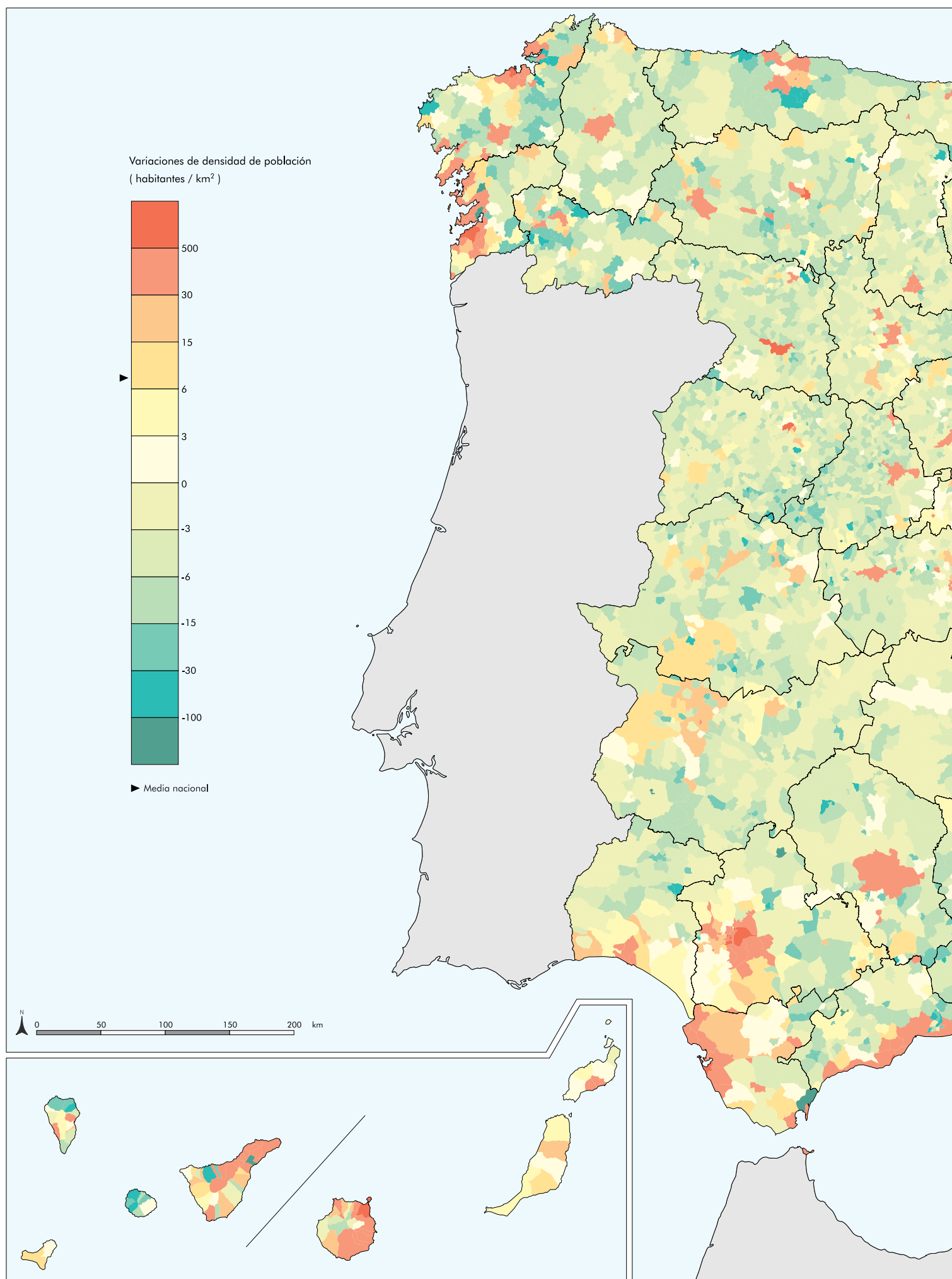
- Las variaciones negativas se pueden observar en dos ámbitos principales:
 - El mundo rural pierde población de forma moderada y contenida. En general presenta tasas entre los tres y los seis puntos, siendo de mayor intensidad si va ligado a crisis estructurales de la actividad económica predominante en la zona ya sea industria o agricultura tradicional.
 - Los municipios que acogen las grandes metrópolis cuyo crecimiento ha desbordado no solo los límites municipales sino en ocasiones los provinciales, en este momento
- La evolución positiva se centra en:
 - Los municipios que conforman las orlas metropolitanas, ahora receptoras de la población expulsada por la ciudad central.
 - Las zonas con una actividad económica próspera o en expansión: ya sea el turismo que se va consolidando, la industria moderna o la agricultura intensiva.
 - Los espacios rurales formados por pequeños municipios que, ya despoblados de sus generaciones más jóvenes a causa del éxodo a la ciudad en décadas anteriores, no puede perder más población y con leves repuntes de la natalidad o de las tasas emigratorias se sitúan en tasas de variación positiva.

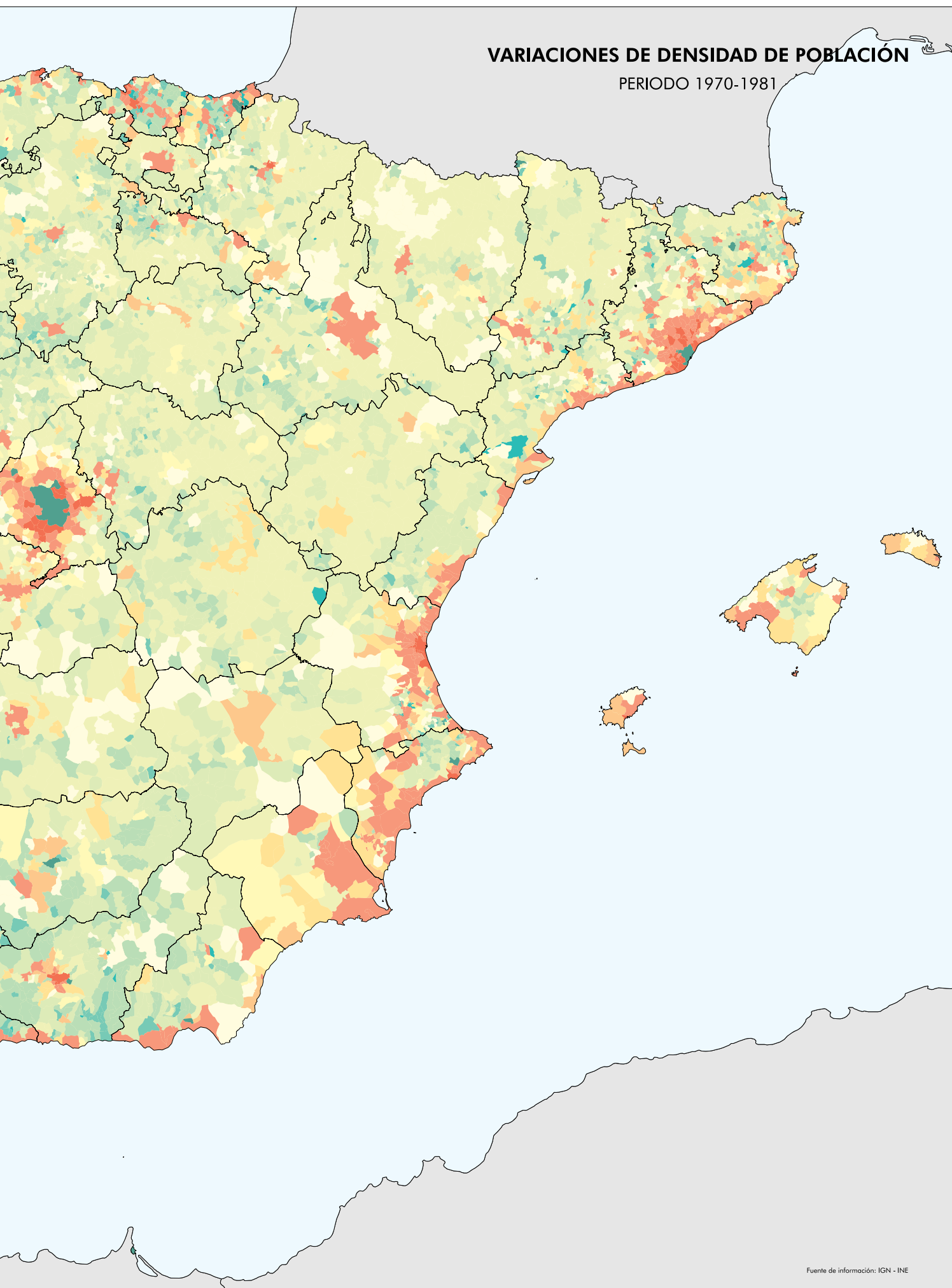
B) Análisis geográfico: El censo de 1970 dio a España una población de 33,95 millones de habitantes, en 1981 se había llegado a los 37,74. Fue por lo tanto una década de crecimiento bastante fuerte como consecuencia de las tasas elevadas de natalidad, cercanas al 20 por mil en sus inicios y muy próximas al 15 por mil en sus finales, pero en general muy por encima de los valores inferiores a dos dígitos que serán los habituales en la década de los noventa. Al mismo tiempo, las tasas de mortalidad se mantuvieron en torno al 8 por mil durante toda la década; por lo tanto se producía un crecimiento natural no demasiado alejado del uno por ciento anual que hacía avanzar las cifras de población totales, aunque su distribución territorial fuera sumamente desigual pues varias provincias se despoblaron de sus jóvenes en beneficio de las más industrializadas o simplemente los pueblos lo hicieron a favor de las ciudades.

El mapa muestra la tendencia creciente a la concentración de población en los municipios del litoral mediterráneo. Pegados a la costa es excepcional encontrar alguno que pierda población y cuando esto sucede lo normal es que sea un municipio central de una gran aglomeración que ve crecer su entorno. Es el caso de Barcelona, o bien por otros motivos de índole más local, el de La Línea de la Concepción por los problemas relacionados con Gibraltar.

Junto a ellos, la gran aglomeración madrileña es otra muestra de este crecimiento en las sucesivas coronas, aunque el municipio central, al igual que Barcelona, ya empieza a perder población por la competencia que lo residencial tiene ante los usos terciarios y el comienzo de la fuga hacia las periferias de su población más joven. Las grandes ciudades, tanto en el Guadalquivir como en el Ebro o en Castilla, siguen creciendo, mientras que los pequeños municipios se despueblan. Se observan diferencias dentro de la misma comunidad y así la Galicia de las Rías aumenta sus densidades mientras los municipios de las provincias interiores pierden fuerza.

Un vistazo general nos habla de más de seis mil municipios que pierden población, aunque más de dos mil lo hacen en valores inferiores a tres, las grandes concentraciones que polarizan la población en el interior frente al basculamiento demográfico que acaba en la costa mediterránea hablan ya de una España desequilibrada y de tendencias contrapuestas





Mapa 4 117: Variaciones de densidad de población, escala municipal, 1970-1981.

4.2.7.1.4. Patrones complementarios: La tasa de ocupación y la de paro

(Vid. Mapa 4-118 y Mapa 4-119)

En este caso se va a proceder a comentar de forma conjunta dos mapas que reflejan variables complementarias la Tasa de Ocupación y la de Paro. De esta forma distintos patrones de comportamiento demográfico se perciben en ambos mapas, su visualización resulta evidente y bien definida pero las tendencias son contrapuestas en uno respecto del otro hecho que se puede percibir aun sin emplear técnicas de seriación cartográfica dado que las distribuciones de valores no lo permitirían.

A) Comentario cartográfico:

| TASA DE PARO | | | | | | |
|-----------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Paro | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

| TASA DE OCUPACIÓN | | | | | | |
|-------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de Ocupación | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | B |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

De nuevo una composición B nos remite a mapas que utilizan el tamaño como marco de referencia para la lectura correcta de la variable principal, cuyo papel recae en este caso sobre la Tasa de Paro y la Tasa de Ocupación respectivamente. Medidas en porcentajes y por tanto en escala absoluta su codificación se realiza a través de implantación puntual y la combinación de valor y color discretizada mediante leyendas divergentes que permiten apreciar muy claramente los patrones de comportamiento de la población respecto a estas variables.

De este modo el territorio español se ve claramente dividido en dos mitades mediante una diagonal (Noroeste-Sudeste) que, comenzando en Galicia y pasando por Madrid, acaba en Murcia. En el caso de los porcentajes de población parada es la mitad meridional la que presenta los valores más elevados y al contrario en lo que refiere a los datos de ocupación. En estos dos casos no se perciben tanto patrones que diferencien entre ciudades y pueblos, mundos urbanos o rurales como espacios que comparten modos de vida es decir, comportamientos demográficos similares.

La distribución de la variable Tasa de Paro (Vid. Gráfico 4-11) es cuasinormal, teniendo en cuenta que su media se establece en 12, con un sesgo positivo importante y leptocurtosis acentuada. La divergencia se establece en torno a la media nacional que

deja cinco clases a cada lado, asumiendo los valores superiores a la misma una gama cálida en combinación de amarillos, naranjas y rojos mientras que la gama fría se destina a los valores inferiores a 13,73 aprovechando así las propiedades semióticas del color con los mismos objetivos que se han sido citados para los mapas mostrados previamente en este apartado.

La concentración significativa de valores por debajo de la media nacional obliga a emplear el método de Intervalos definidos con un rango relativamente pequeño (2'5) para recoger correctamente todos los matices que la información espacializada puede ofrecer, sin embargo por encima del valor 18 esta amplitud aumenta hasta cuatro por existir un número inferior de valores a representar, resultando innecesario semejante grado de desagregación.

Histograma, Tasa de Paro (2001)

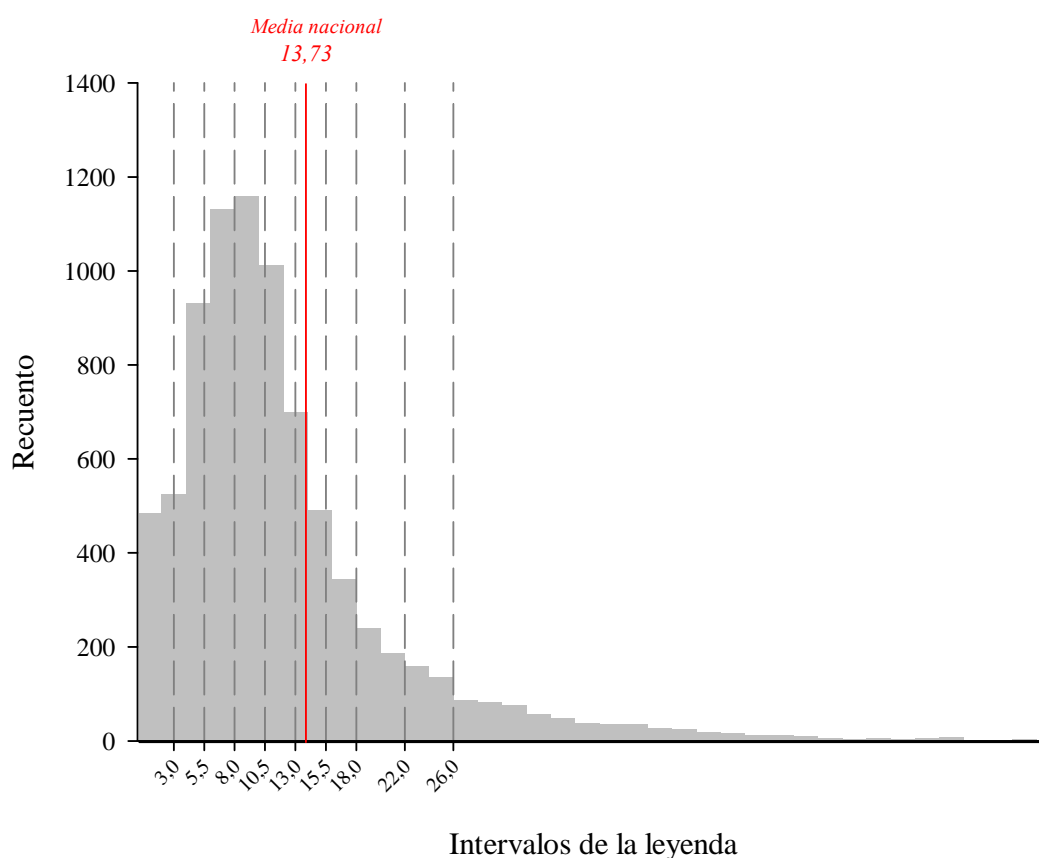
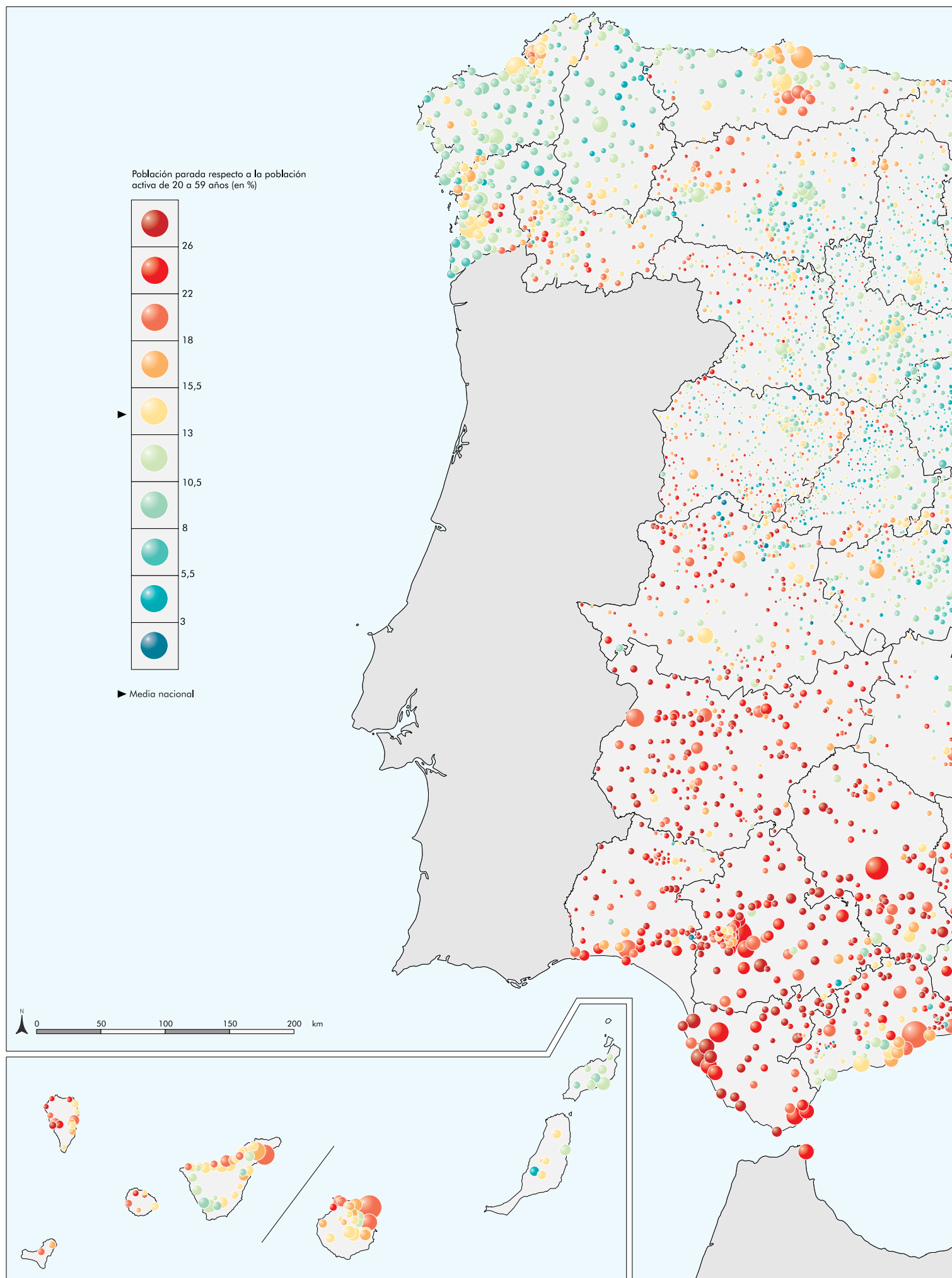
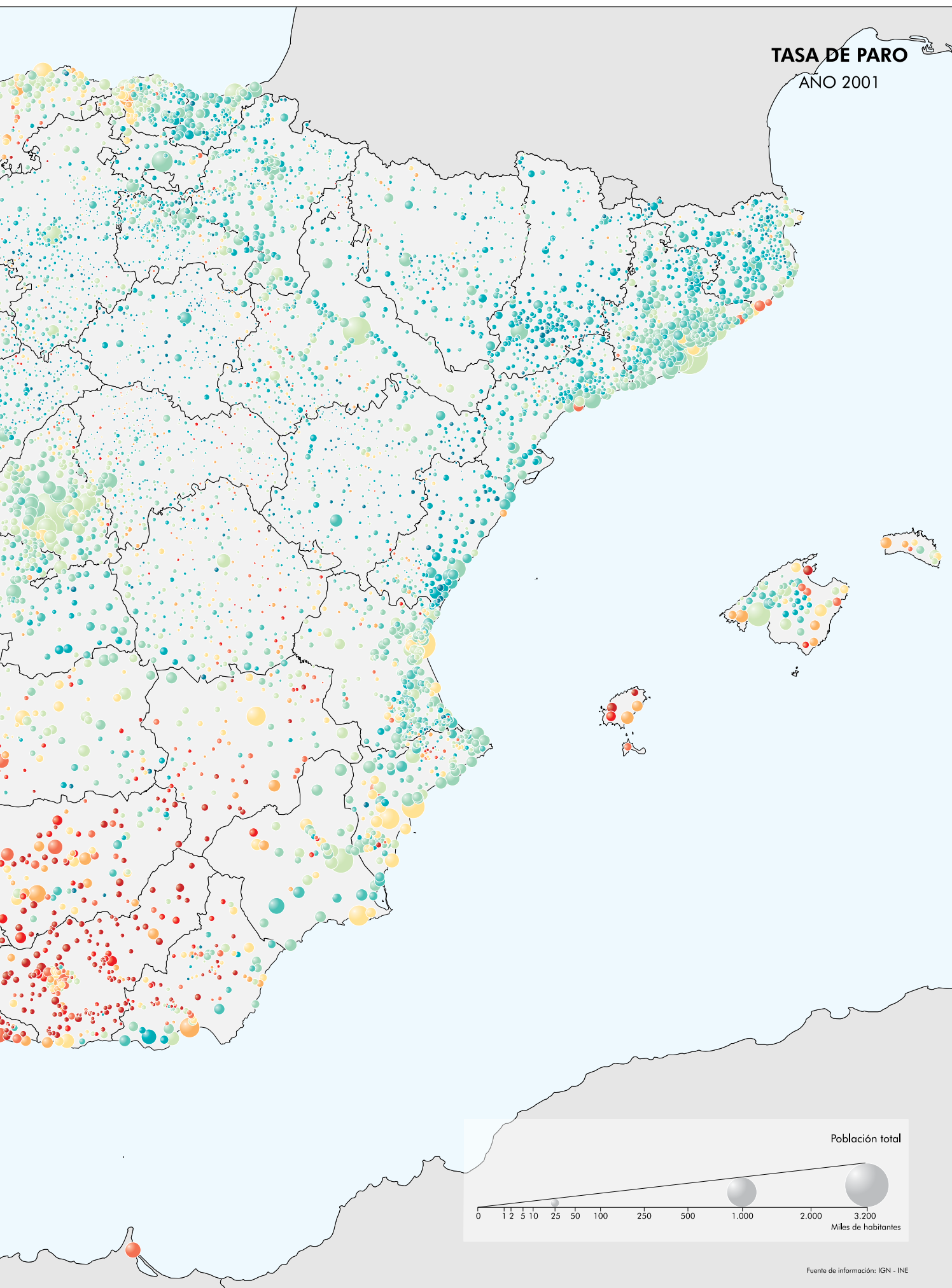


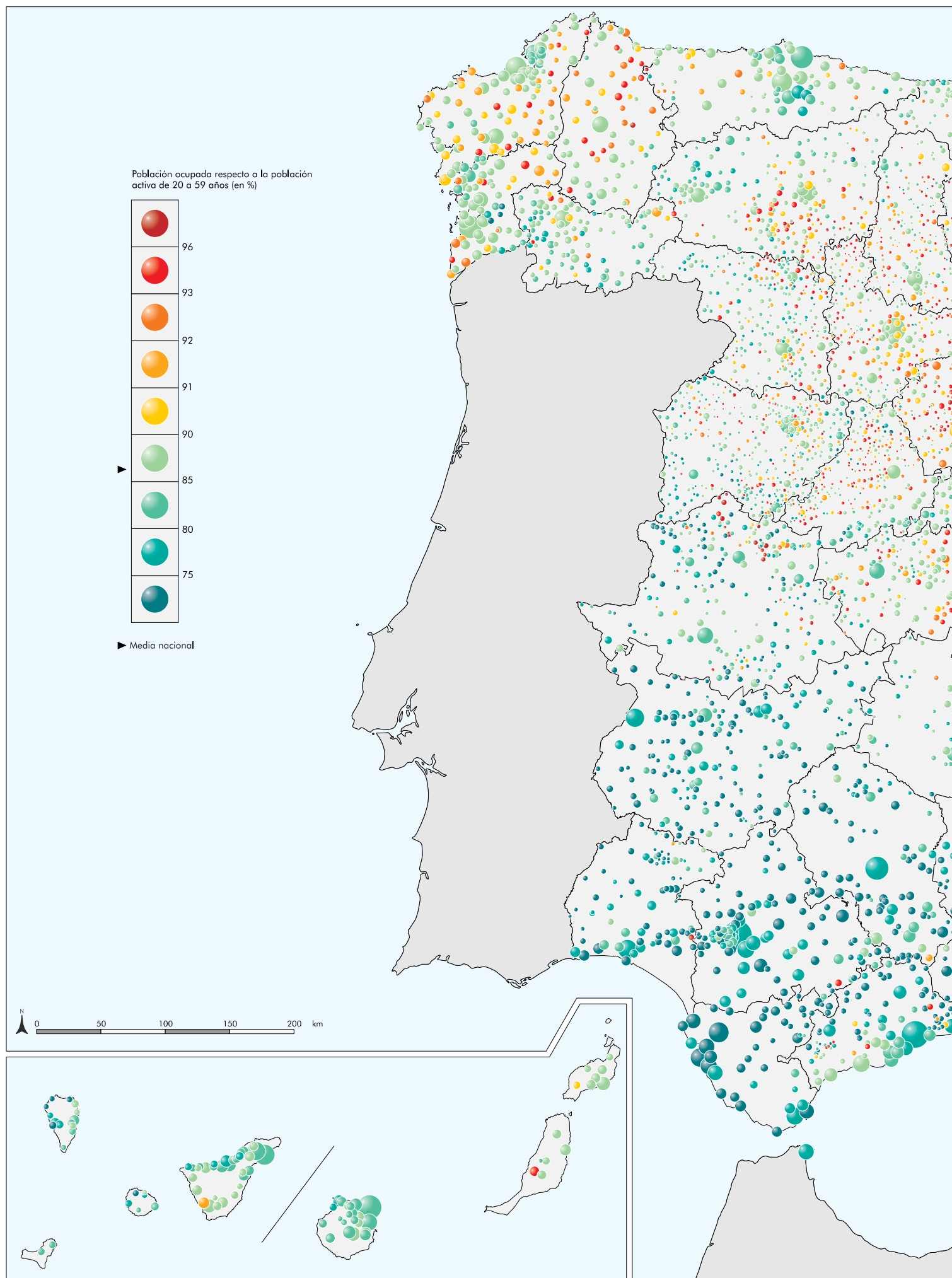
Gráfico 4-11: Distribución de la variable tasa de Paro. Elaboración propia.

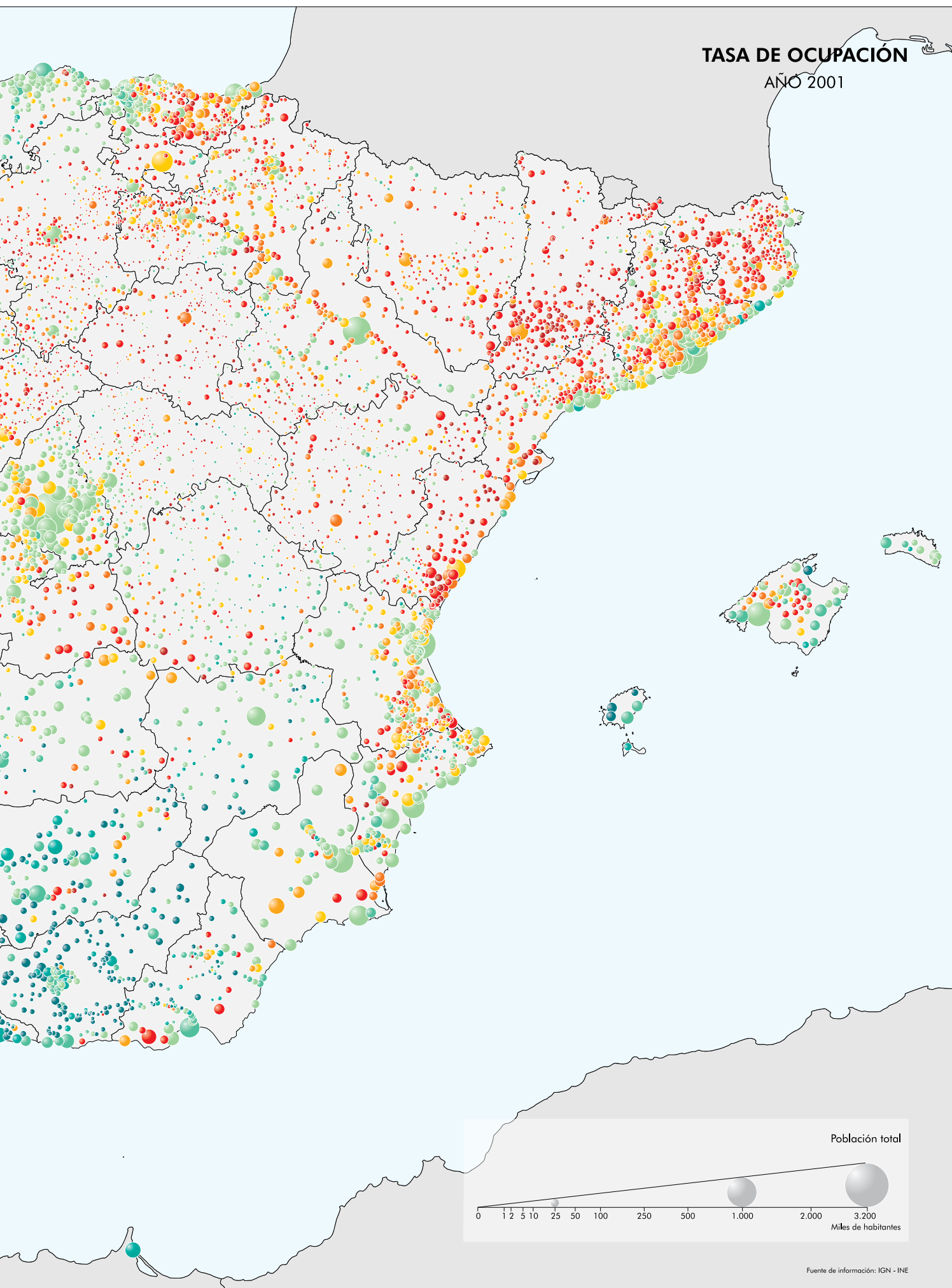
Por otra parte hemos de detenernos en el diseño de la leyenda del mapa de ocupados, que ha resultado de mayor complejidad puesto que la media como punto de divergencia deja por encima de la misma más del setenta por ciento de los valores (*Vid. Gráfico 4-12*), por lo que es necesaria una discretización diferente que se adapte a los mismos.





Mapa 4 118: Tasa de paro, escala municipal, 2001.





Mapa 4 119: Tasa de Ocupación, escala municipal, 2001.

De esta forma se ha utilizado el mismo método de Intervalos definidos para ambas partes sin embargo la que corresponde a la gama fría asignada a los datos inferiores a 85,84 responde a intervalos de amplitud cinco mientras que por el contrario la gama cálida de datos, que refleja las cifras superiores a la media nacional adquieren rango de uno, para adaptarse mejor a la distribución.

Histograma, Tasa de Ocupación (2001)

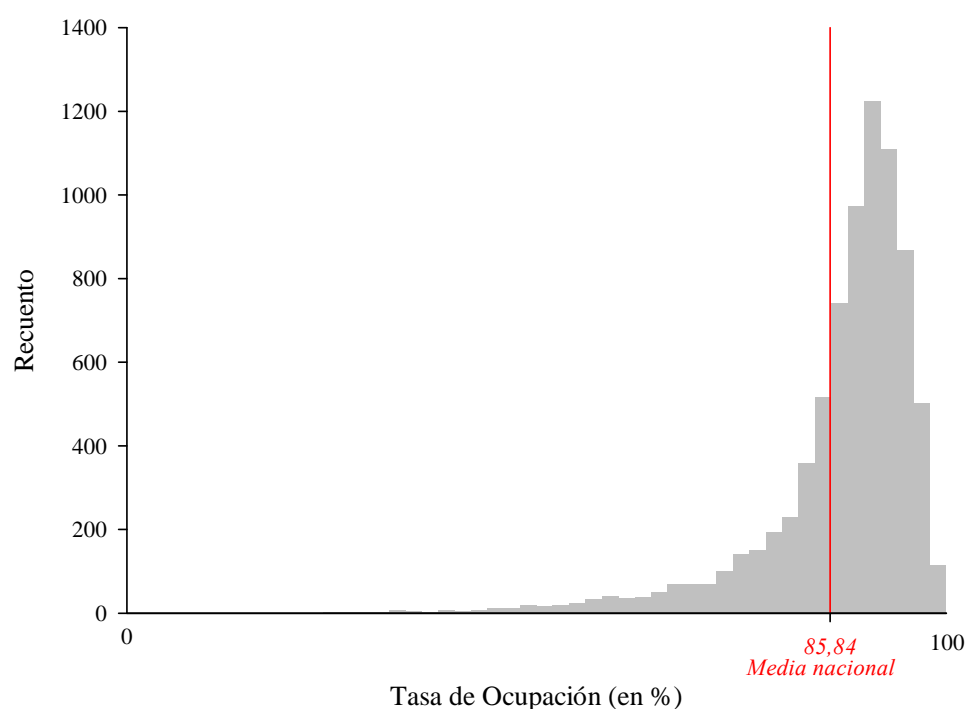


Gráfico 4-12: Histograma de la variable Tasa de Ocupación. (El carácter leptocúrtico de la misma impide que se puedan incluir los intervalos de la leyenda en el eje de abscisas tal y como se hecho en el resto de histogramas.)Elaboración propia.

B) Análisis geográfico:

Desagregado por municipios, el recorrido de la variable **Tasa de paro** va desde el valor cero que se presenta en 363 municipios españoles, de escasa entidad demográfica, y el valor 86,3 de Alicún de Ortega en la provincia de Granada. Los valores medianos están muy alejados de este último extremo y de hecho, con valores superiores al 50% tan solo aparecen 57 municipios españoles y, además, todos ellos de tamaños menores.

El mapa resultante evidencia la gran disparidad en cuanto al comportamiento del paro entre las diferentes comunidades autónomas españolas. Con una gran diferencia en el número de parados y sobre todo en la repercusión porcentual en el empleo de cada municipio, aparece Andalucía, donde lo excepcional es encontrar algún municipio que tenga menos paro que la media española. Únicamente en la Costa del Sol, en media docena de municipios de Jaén y en el Campo de Dalías (El Ejido tiene un 5,4% de paro) se atisban valores con esta característica.

Los municipios extremeños tampoco difieren demasiado de este comportamiento ante el paro, pero los de Cáceres señalan con la disminución de sus valores; una cierta transición hacia los de Castilla-La Mancha, cercanos a la media nacional que, aunque presenten en sus estructuras agrarias no pocos caracteres comunes con Andalucía y Extremadura, tienen además otros componentes en sectores productivos que diversifican la situación del paro.

La excepción al patrón general mencionado, por circunstancias diferentes, se presenta en algunos municipios de Asturias, León, Cantabria y Vizcaya que, con todos sus problemas de reconversión industrial y minera, dan también valores elevados. Aunque en menor medida, se notan valores muy superiores de paro en la Castilla La Mancha rural y en la Galicia Interior que en el cuadrante nororiental español que, en unión de Murcia y Comunidad Valenciana, los primeros registraban en 2001 los valores más bajos de todo el conjunto nacional. Son precisamente estos municipios donde desembocó la entrada de inmigración foránea por la demanda generalizada de puestos de trabajo que no podían cubrirse con la población existente en cada uno de sus municipios, o en las cuencas de vida respectivas.

Estas cuencas de vida afectan en cuanto a las dimensiones del paro a regiones enteras (Madrid, Aragón, La Rioja, Navarra, Cataluña o la Comunidad Valenciana son ejemplos positivos de lo anterior) pero en otros se sigue apreciando una cierta dualidad en el comportamiento frente al paro, pues si en los años setenta éste afectó más duramente a los medios urbanos, ahora se presenta algo superior en medios rurales aun contando con el envejecimiento de la población laboral. Así se percibe en algunas provincias castellanas como Zamora o Salamanca, muy probablemente por la pérdida de capacidad productiva de algunas zonas por el vaciado demográfico que han sufrido.

Las islas, tanto Canarias como Baleares, presentan un comportamiento dispar, puesto que el sector turístico tan solo es capaz de mantener a raya las tasas de paro en Mallorca, mientras que otras islas como La Palma, Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria o Ibiza ven a su población parada en tasas superiores al trece por ciento.

Por otra parte el comentario general respecto al mapa de **Tasa de Ocupación** en su desagregación por municipios tiene un recorrido comprendido entre el 13,33% de Alicún de Ortega en la provincia de Granada (también es el que registra mayor porcentaje de parados) y el cien por cien de ocupación que registran algo más de trescientos municipios españoles, todos ellos de tamaños muy reducidos. Solamente 1.147 municipios tenían en el censo de 2001 tasas de ocupación inferiores al 80% y casi todos ellos se localizaban en Andalucía y Extremadura.

Al igual que sucede con la tasa de paro, el mapa de tasa de ocupación, reverso de aquél, muestra una clara diferenciación entre la mitad meridional española, donde las tasas de paro son muy elevadas y todavía lo fueron más en el pasado, y la mitad septentrional donde las tasas de ocupación por encima del ochenta y cinco o del noventa por ciento dejan reducidos los posibles valores del paro a números muy cercanos del denominado paro técnico, que es la cifra mínima que la economía requiere para su correcto funcionamiento con pleno empleo.

Las ciudades de más de doscientos mil habitantes tienen cifras cercanas al valor promedio español. Seis de las veintiuna la superan: Vitoria-Gasteiz, L'Hospitalet de Llobregat, Palma de Mallorca, Murcia, Zaragoza y Barcelona; Madrid tiene prácticamente el valor medio y solo las ciudades andaluzas o canarias se distancian claramente por debajo: Granada (79,79%), Córdoba (76,52%), Las Palmas de Gran Canaria (80,07%), Málaga (78,96%) o Sevilla (77,16%). En parecida proporción se mueven las ciudades comprendidas entre cien y doscientos mil habitantes lo que prueba que no es tanto una cuestión vinculada con el tamaño de la ciudad cuanto con la estructura productiva regional que en Canarias y Andalucía presenta estas connotaciones características en sus tasas de paro y ocupación. Tampoco se aprecian incrementos espectaculares de la ocupación en las sucesivas coronas metropolitanas, como sucede con otras variables demográficas. En el entorno madrileño el mapa casi es monocolor y en el de Barcelona las variaciones son mínimas.

Pero si en las ciudades la mayor parte de sus tasas de ocupación se mueven cercanas a los valores medios de España, en los medios rurales las diferencias se acrecientan.

Por una parte los pueblos del Nordeste peninsular, entendiéndolo en sentido amplio, donde la emigración se cebó hace una treintena de años o más, dejando unas estructuras de población menguadas y envejecidas, no hay ahora lugar para parados y en casi todos los pueblos aparecen valores de ocupación superiores al noventa. Muchos de ellos rebasan el 95 como sucede en la comarca de Les Garrigues (Lleida), Girona y Castellón.

Por otra parte, con unos valores de ocupación que en general quedan por debajo del ochenta por ciento la mayoría de los pueblos andaluces y extremeños, acogidos a políticas específicas de empleo rural con la finalidad de paliar este problema estructural que es consecuencia de la situación heredada del pasado, pero probablemente causa de la perpetuación de la misma pues queda en estos municipios una población joven que de otra forma hubiera venido a llenar las demandas de empleo de otras muchas regiones españolas. En zonas con una agricultura intensiva ligada a la exportación del litoral almeriense o la huerta murciana, las tasas de ocupación superan ampliamente el noventa por ciento. Igualmente, conviene reseñar cómo los espacios mineros de Asturias y León marcan tasas de ocupación inferiores al 85%.

4.2.7.1.5. Comentario conjunto de los aspectos positivos, mejorables y posibles alternativas

A) Elementos positivos:

En todos los casos la principal virtud viene de la mano de la propia naturaleza de sus leyendas divergentes que los ha hecho estar incluidos en este apartado de cartografía analítica. Su capacidad de mostrar patrones y tendencias espaciales de comportamiento, la presentación de la distribución espacial que muestra que las gentes tienen una conducta y proceder semejante, en lo que a demografía se refiere, a aquellos que tienen más cerca o cuyas características son similares; son las principales virtudes.

En ocasiones los patrones de comportamiento hablan de dos territorios bien diferenciados entre Norte y Sur, o entre Noreste y Suroeste, mientras que otras variables reflejan que los municipios situados en orlas metropolitanas circundantes a grandes o medias ciudades son los que poseen actitudes semejantes. Acostumbra a ser una constante que el mundo rural interior se comporte de forma paralela independientemente de su localización, por lo que municipios de Castilla La Mancha, el Sur de Aragón, Castilla y León o incluso Extremadura o la Cornisa Cantábrica reflejan valores parecidos en las variables representadas.

También los ejes engarzados por cauces fluviales, el litoral mediterráneo o actividades económicas acostumbran a verse resaltados mediante comportamientos diferenciados a los de su entorno más cercano al que no llega la influencia positiva de encontrarse estratégicamente situados.

La divergencia de las leyendas que se estructuran bien en relación al punto de crecimiento nulo o en torno a la media nacional, permite percibir las zonas que se encuentra mejor y peor posicionadas respecto al conjunto, puesto que en geografía no es solo importante el dato absoluto de cada entidad, sino que es el comportamiento colectivo y relativo al conjunto lo que ofrece pautas de comportamiento y explicaciones a las distribuciones de las variables demográficas.

C) Elementos mejorables:

En este apartado quizá si que convenga detenernos especialmente en cada uno de los mapas puesto que los aspectos a mejorar se ligan casi siempre a elecciones no satisfactorias en los procesos de discretización:

- **Tasa de Autoctonía:** Aunque pueda parecer extraño en cartografía afirmar que un mapa es correcto y que de tener la posibilidad no se mejoraría en nada esta es una de las raras excepciones que entran dentro del conjunto de mapas con los que el autor está plenamente satisfecho. A esto ayuda sin duda una distribución normal de los datos que se reparte perfectamente entre los intervalos, además de una elección de gamas de color que había sido probada y modificada con anterioridad para otros documentos cartográficos.

- **Población vinculada que reside y trabaja en el mismo municipio:** En este caso las mejoras vendrían vinculadas a la elección de umbrales en la leyenda de valor, sobre todo porque las cifras escogidas, aunque dependientes de la distribución, no resultan al lector demasiado convencionales: 5, 9, 13, 15, 17, 19, 21 y 23 además de que el rango de cada uno de los intervalos no es constante lo que puede generar incertidumbre en el receptor. De cara a un público no experto habría sido conveniente renunciar a una adaptación tan exacta a los valores de la variable a favor de un número menor de intervalos separados por umbrales más convencionales, por ejemplo: 5, 10, 15...
- **Variaciones de densidad de población:** Aunque la leyenda de este mapa en general se considera aceptable y útil pueden destacarse algunos elementos mejorables en su diseño, vinculados especialmente a la elección de los tonos de la parte de gama cálida. En primer lugar el intervalo entre variaciones de cero a tres por ciento se presenta en amarillo, un color cálido en general, pero que actúa como neutro en este caso concreto por resultar el punto de inflexión natural entre el verde y el naranja, por lo que su asignación a una clase positiva puede dar lugar a error y sobre todo rompe en cierta manera el equilibrio de pesos visuales que podría haberse establecido para generar un mejor resultado final. Y en segundo lugar la transición, bien conseguida y equilibrada en el caso de los verdes, no se percibe en la secuencia cálida en la que ese primer amarillo en cierto modo desentona y condiciona el resto de la gama. Probablemente el verde más oscuro destaque también en exceso respecto al tono anterior siendo, además, más pesado visualmente que el rojo más intenso.
- **Tasa de paro:** Al igual que para el mapa de Población vinculada que trabaja y reside en un municipio, los aspectos a mejorar en este caso se relacionan con la selección de umbrales en la leyenda de las variables principales. En el caso de la cartografía de personas paradas se han seleccionado cifras de ruptura incluso con decimales para intentar recoger la cantidad máxima de matices y especificidades que el mapa puede mostrar priorizando esta opción a la de una lectura más cómoda o destinada a un público más general.
- **Tasa de Ocupación:** El mapa de ocupación utiliza rangos diferentes para los intervalos que se sitúan por encima y por debajo de la media nacional, lo cual no es incorrecto pero puede confundir al lector. Por otra parte en este caso concreto la media se sitúa en 85,84, lo que queda en la parte baja del intervalo que la recoge (85-90) al que se le ha asignado el primer tono de la gama de colores fríos. En este caso habría sido conveniente caracterizar esta clase con un amarillo que favorece la sensación de neutralidad y evita que la elección del verde parezca un error.

C) Posibles alternativas:

En todos los casos las alternativas a estas opciones se vinculan con el cambio en la elección del tipo de leyenda de valor a emplear, modificando la divergencia por una opción secuencial. Las ventajas de esta segunda opción se presentan al destinar la cartografía a un público general no acostumbrado a la especificidad de las leyendas divergentes, que encuentra una lectura más sencilla en la gradación simple de colores. Sin embargo esta opción resulta insuficiente para lectores expertos que encontrarán muchos más matices en la cartografía además de una interpretación previa ofrecida por el autor en términos de situación superior o inferior a la media nacional o al crecimiento cero.

En el caso concreto de las variaciones de densidad de población probablemente el empleo de una leyenda divergente sea la mejor opción, puesto que resulta de fácil interpretación asociar a distintas gamas los crecimientos positivos o negativos.

Para el resto de mapas que emplean una composición B, basada en el dimensionamiento volumétrico del tamaño de los símbolos este podría ser modificado por uno superficial, siempre que el número de elementos, la superposición de unos con otros y espacio que estos ocupen en el mapa final lo permitieran.

4.2.7.2. Búsqueda de correlación, la eficacia de las leyendas de doble entrada

Para finalizar este apartado en el que se trata de mostrar la utilidad de la capacidad de análisis de la cartografía se detiene el discurso en el estudio con más detalle de tres mapas concretos, cada uno de ellos posee más complejidad que el anterior, de manera que el primero recoge la relación en torno a la media nacional entre dos variables sencillas: el Índice de Feminidad y la población de sesenta y cinco años y más; el segundo de los casos refleja la correspondencia entre la Condición socioeconómica y el crecimiento demográfico o variación de la población.

Este último presenta dos elementos clave: la media nacional por un lado y el crecimiento nulo por otro de manera que añade más elementos de análisis. Por último la Dinámica demográfica busca la correspondencia entre la variación de población y la de Potencial Inferido, cada una de las cuales establece de nuevo dos umbrales críticos en torno a la media y al crecimiento cero.

4.2.7.2.1. Relación Índice de feminidad – Población de 65 años y más

(Vid. Mapa 4-120)

A) Comentario cartográfico:

| COMBINACIÓN TASA DE FEMINIDAD Y DE ENVEJECIMIENTO | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Tasa de feminidad | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Tasa de envejecimiento | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

El mapa que se presenta muestra la combinación entre dos variables en torno a la media nacional de cada una de ellas. Esta cartografía es resultado de la combinación de las trayectorias individuales que siguen para su codificación: en primer lugar la Tasa de Feminidad es una variable cuantitativa que muestra los porcentajes de mujeres respecto al total de la población, por lo tanto es medida en escala absoluta. En la secuencia de decisiones queda caracterizada por símbolos puntuales que emplean dos gamas diferentes: fría para aquellas entidades con valores inferiores a la media y cálida para las cifras superiores.

Por otro lado se encuentra la población de 65 años y más, también medida en tantos por cien, es decir en escala absoluta que recurre de nuevo a la simbología puntual cuyo color se gradúa respecto a la media nacional, adquiriendo mayor intensidad en los municipios que estén por encima de la misma y al contrario con menores saturaciones en los que se localizan por debajo.

Al cruzar estas dos trayectorias el resultado es una leyenda de doble entrada (Vid. Figura 4-18) en la que aparecen cuatro clases:



Categoría 1: El índice de feminidad y el de envejecimiento están por debajo de la media nacional.



Categoría 2: El índice de feminidad está por debajo de su media nacional y el de envejecimiento por encima.



Categoría 3: El índice de feminidad está por encima de su media nacional y el de envejecimiento por debajo.



Categoría 4: Ambos índices tienen sus valores por encima de sus medias nacionales respectivas.

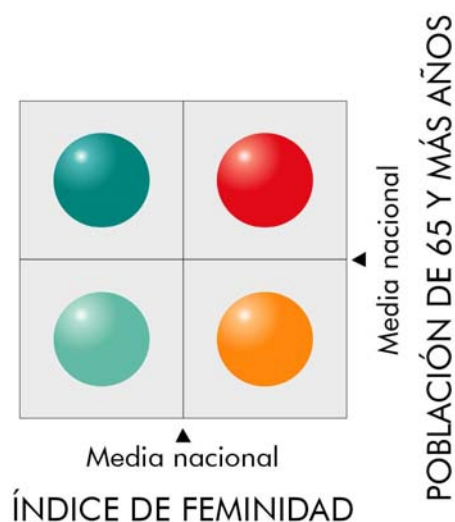


Figura 4-18: Leyenda de doble entrada combinando una trayectoria ejecutada mediante el color (Índice de feminidad) y otra mediante el valor (Población de 65 años y más). Elaboración propia.

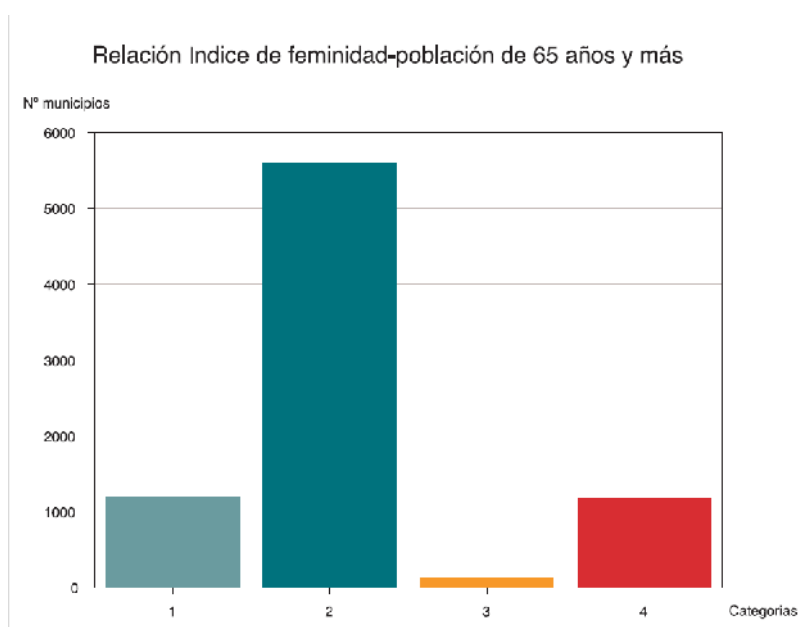
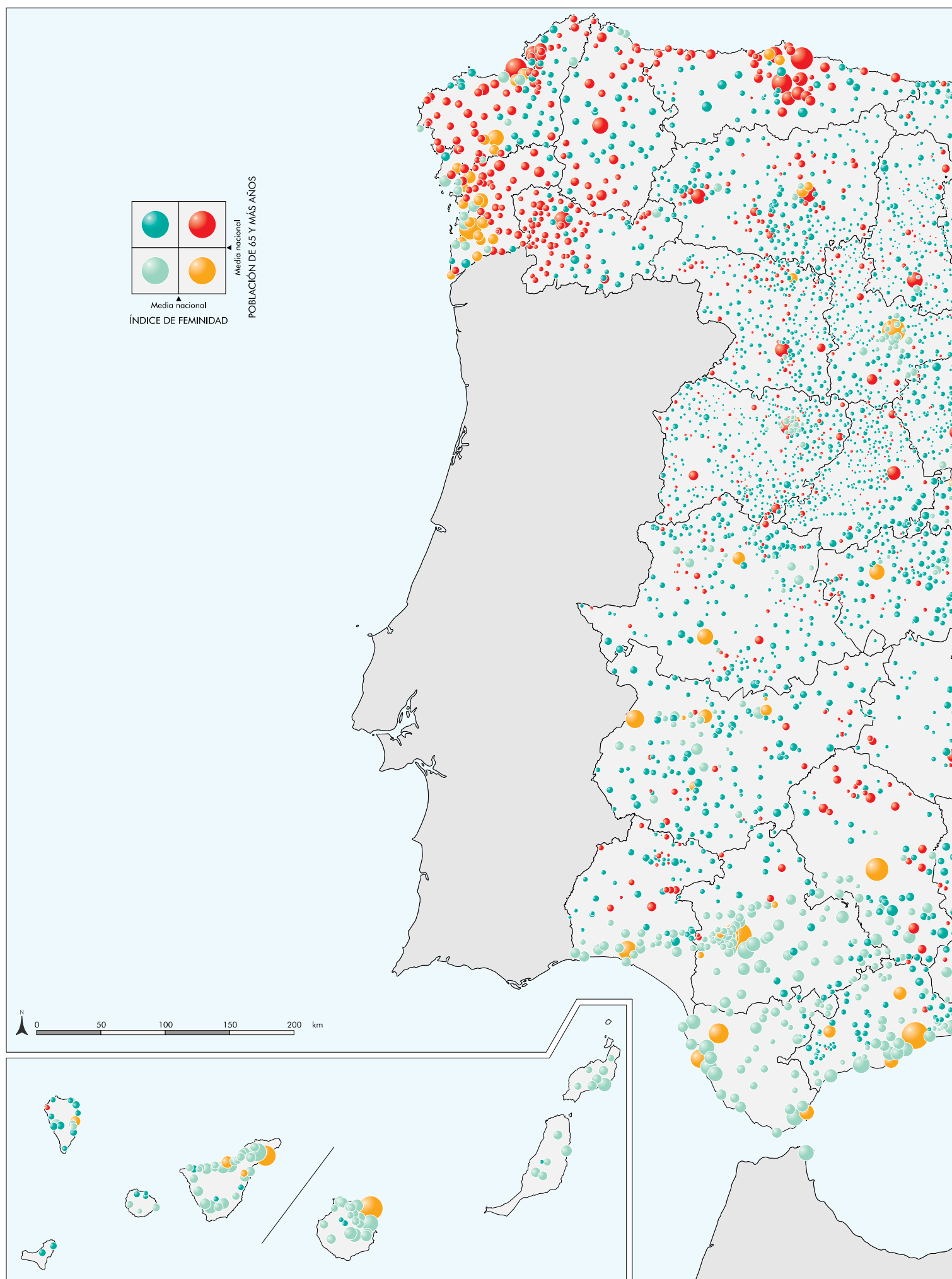


Gráfico 4-13: Distribución de los municipios españoles según las categorías. Elaboración propia.

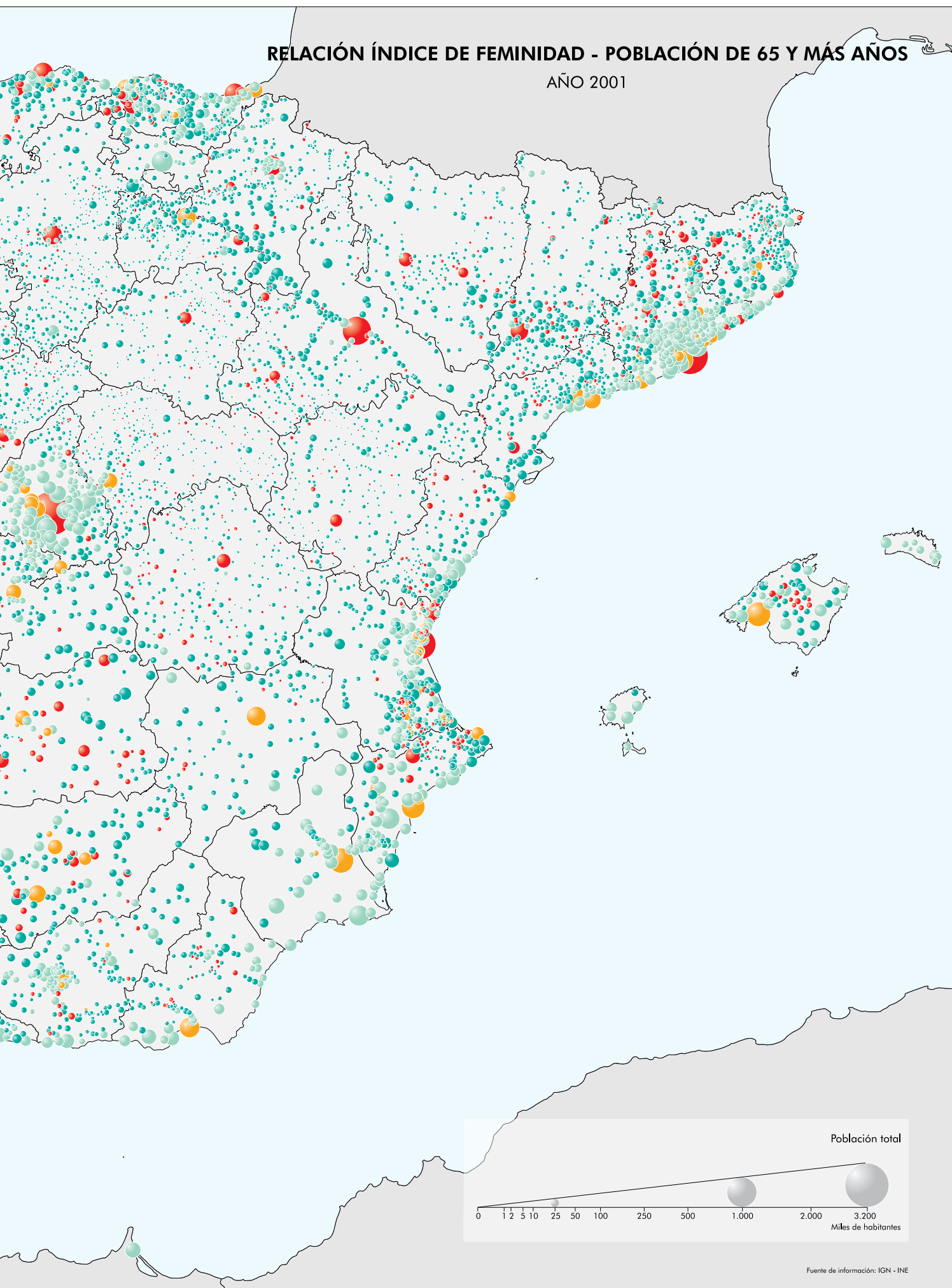
Se puede observar (Vid. Gráfico 4-13) que la distribución de los municipios según las diferentes categorías no es homogénea, hecho que permite comenzar la búsqueda de las causas de esta irregularidad y establecer conclusiones de dependencia entre las dos variables, especialmente al verse combinadas con la tercera que aparece en el mapa: El tamaño demográfico de los municipios.

De nuevo sobre implantación puntual, esta variable cuantitativa medida en escala de razón, se gradúa en proporción al volumen figurado de una esfera para cada una de las entidades (Trayectoria 20), lo que permite incluir un elemento más de apoyo al análisis de las variables consideradas.



RELACIÓN ÍNDICE DE FEMINIDAD - POBLACIÓN DE 65 Y MÁS AÑOS

AÑO 2001



Mapa 4 120: Relación Índice de feminidad - Población de 65 años y más, escala municipal, 2001.

B) Análisis geográfico: La distribución de los índices de feminidad por términos pone de manifiesto:

- La mayor presencia femenina en las ciudades
- Una masculinización elevada de los pequeños municipios y de los vinculados a actividades agrarias
- El comportamiento diferencial de comunidades como la gallega o la asturiana donde, como resultado de una emigración continuada de los varones, se deja sentir una mayor feminización respecto al conjunto español

El mapa que se propone, trata de analizar conjuntamente el envejecimiento y la feminidad tomando aquél como variable explicativa y ésta como explicada. Se hace así por la mayor esperanza de vida de la mujer que se manifiesta de forma ostensible en los estratos superiores de la pirámide.

Tomando como valores de referencia la media española de feminidad, representada en el eje de abscisas, y la media española de personas mayores de 65 años en el de ordenadas, se han configurado los cuatro grandes grupos ya explicados en el comentario cartográfico.

En el grupo primero coincide una menor feminidad con un menor envejecimiento. Figuran en él cerca de mil doscientos municipios de los que, si se exceptúan las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, donde el predominio masculino y menor envejecimiento responde a las características de sus acuartelamientos militares, la principal componente son municipios de tamaños medianos situados en entornos metropolitanos (especialmente visible en los de Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia, Granada, Murcia, Cádiz, Málaga, Pamplona, Valladolid, etc.) donde la juventud es uno de sus constituyentes esenciales y que suelen corresponder con núcleos con importante población joven menor de 25 años.

Dentro de este grupo llama asimismo la atención el predominio masculino y el menor envejecimiento que muestran Castellón o Vitoria, cuando lo normal en ciudades consolidadas de tamaños medios es el predominio femenino y un envejecimiento relativo mayor que la media por el traslado de su población joven hacia el entorno metropolitano. Que no sea así demuestra su potencial de crecimiento y su capacidad para seguir enviando población joven hacia sus municipios más cercanos.

Como no podía suceder de otra forma, la mitad meridional peninsular y los espacios insulares muestran la mayor juventud de sus composiciones de población, aunque el predominio femenino se dé fundamentalmente en las ciudades.

El grupo 2, feminidad por debajo de la media y envejecimiento por encima, acoge en torno a cinco mil quinientos municipios pero casi todos ellos responden a tamaños pequeños donde la emigración selectiva y continuada ha dejado su huella en forma de masculinización y envejecimiento. Su distribución afecta a casi todo el territorio nacional, pero especialmente la mitad norte y los territorios con bajas densidades.

El grupo 3, con índice de feminidad por encima de la media e índice de envejecimiento por debajo de aquélla, recoge poco más de cien municipios, pero entre ellos figuran algunos muy significativos de ciudades medias como Santiago de Compostela, Logroño, Valladolid, Tarragona, Albacete, Toledo, Cáceres, Badajoz, Murcia, Alicante, Sevilla, Córdoba o las tres capitales de las provincias insulares. Es lógico que así sea puesto que se trata de ciudades que han recogido población más joven que la de sus provincias, lo que se traduce en un menor porcentaje de mayores, y con mayor presencia femenina como sucede en la mayoría de las ciudades. En algunos casos, como Santiago de Compostela, refleja su especialización como centro universitario.

Finalmente el grupo 4 corresponde a las ciudades centrales de las grandes aglomeraciones donde a su mayor feminización viene a unirse el envejecimiento relativo provocado por la salida de sus generaciones más jóvenes a los entornos metropolitanos que ellas lideran. Madrid, Barcelona, Valencia y Zaragoza son buenos ejemplos de lo anterior, aunque también se sumen otra serie de ciudades medianas o pequeñas como Lérida, Soria, Cuenca, Ávila, Segovia, Teruel, Bilbao, San Sebastián, Santander, Oviedo y Gijón, Zamora, Palencia o Burgos, que han recogido en sus municipios la parte más joven de sus respectivas provincias y por supuesto porcentajes más elevados de mujeres que el medio rural, aunque en este siga destacando la fuerte presencia femenina de las provincias gallegas.

La misma situación se refleja en zonas mineras como las de Asturias o León, en las que la esperanza de vida de la población masculina se redujo sensiblemente por los problemas de salud asociados a la dureza del trabajo.

C) Elementos positivos: Resulta obvio que los aspectos ventajosos de este mapa se relacionen con su capacidad de agrupar los municipios españoles en cuatro grandes grupos, cuyo comportamiento general en lo que refiere a las dos variables demográficas presentadas es el mismo. Al establecer además relaciones de correspondencia con el número de habitantes que posee cada entidad es posible obtener conclusiones.

La simplicidad del mapa, con tan solo cuatro categorías, acerca la cartografía a los lectores más inexpertos al mismo tiempo que enmascara una complejidad en el establecimiento de combinaciones entre las variables que permite a los usuarios más versados en *Geodemografía* obtener una información exacta y detallada,

especialmente porque la desagregación es municipio a municipio.

D) Elementos mejorables: Este es otro de los escasos ejemplos que fuera de obviedades como los cambios de color en caso de que no gusten o el tamaño de la letra, pueden no necesitar modificaciones, puesto que el resultado es satisfactorio.

E) Posibles alternativas: Las alternativas a este tipo de cartografía no son muchas y vienen principalmente relacionadas, al igual que sucede en las series de mapas, con la representación de las variables de forma independiente, dejando al lector la tarea de relacionar mentalmente los dos índices, lo cual resulta más complicado. Es evidente que disponiendo de poco espacio para incorporar mapas a un documento geográfico puede no ser este tipo de leyendas los que lo acapararían pero en caso de disponer de espacio para mostrar cuantos mapas sea preciso pueden ayudar a completar la visión geográfica del territorio.

El resto de posibilidades van más ligadas a los cambios en la elección de los colores o, a nivel más profundo, a la selección de variables a representar.

4.2.7.2.2. Relación Variación de población – Condición socioeconómica media

(Vid. Mapa 4-121)

A) Comentario cartográfico:


| COMBINACIÓN CONDICIÓN SOCIOECONÓMICA Y DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Condición Socioeconómica | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor - Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de la población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | |
| Población total | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |


El mapa que se presenta en este apartado presenta en términos generales la misma estructura que el anterior, mediante una composición J se representan tres variables de las cuales dos de ellas se combinan en una leyenda de doble entrada. Es en la leyenda donde este segundo mapa presenta una complejidad superior, aunque el tratamiento cartográfico de la Condición socioeconómica media es paralelo al expuesto para el Índice de feminidad, por lo que no se repetirá el comentario.

Por otro lado la variable Crecimiento demográfico, o Variación de población, no diferencia solamente entre los valores superiores o inferiores a la media nacional, sino que establece un segundo punto de ruptura en relación a las variaciones positivas o negativas que haya tenido cada municipio que se gradúa mediante la variable visual valor.


De nuevo el tipo de implantación seleccionada es la puntual que, de forma adicional, gradúa volumétricamente su tamaño en relación con el tamaño demográfico de cada entidad de población.


En vez de reconocerse cuatro grupos en esta ocasión son seis las categorías que se distinguen en el mapa (*Vid. Figura 4-19*):

 **Categoría 1:** Crecimiento demográfico negativo y Condición socioeconómica por debajo de la media

 **Categoría 2:** Crecimiento demográfico positivo pero por debajo de la media y Condición socioeconómica por debajo de la media

 **Categoría 3:** Crecimiento demográfico por encima de la media y Condición socioeconómica por debajo de la media

 **Categoría 4:** Crecimiento demográfico negativo y Condición socioeconómica por encima de la media

 **Categoría 5:** Crecimiento demográfico positivo pero por debajo de la media y Condición socioeconómica por encima de la media

 **Categoría 6:** Crecimiento demográfico por encima de la media y Condición socioeconómica por encima de la media

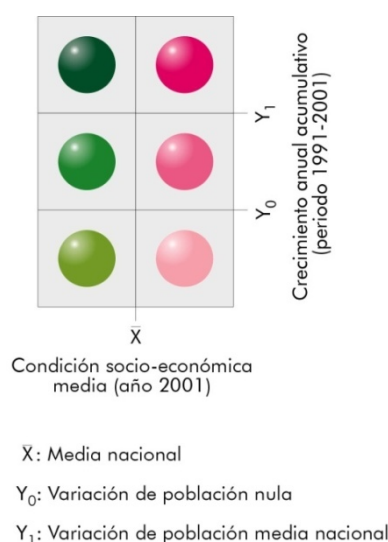
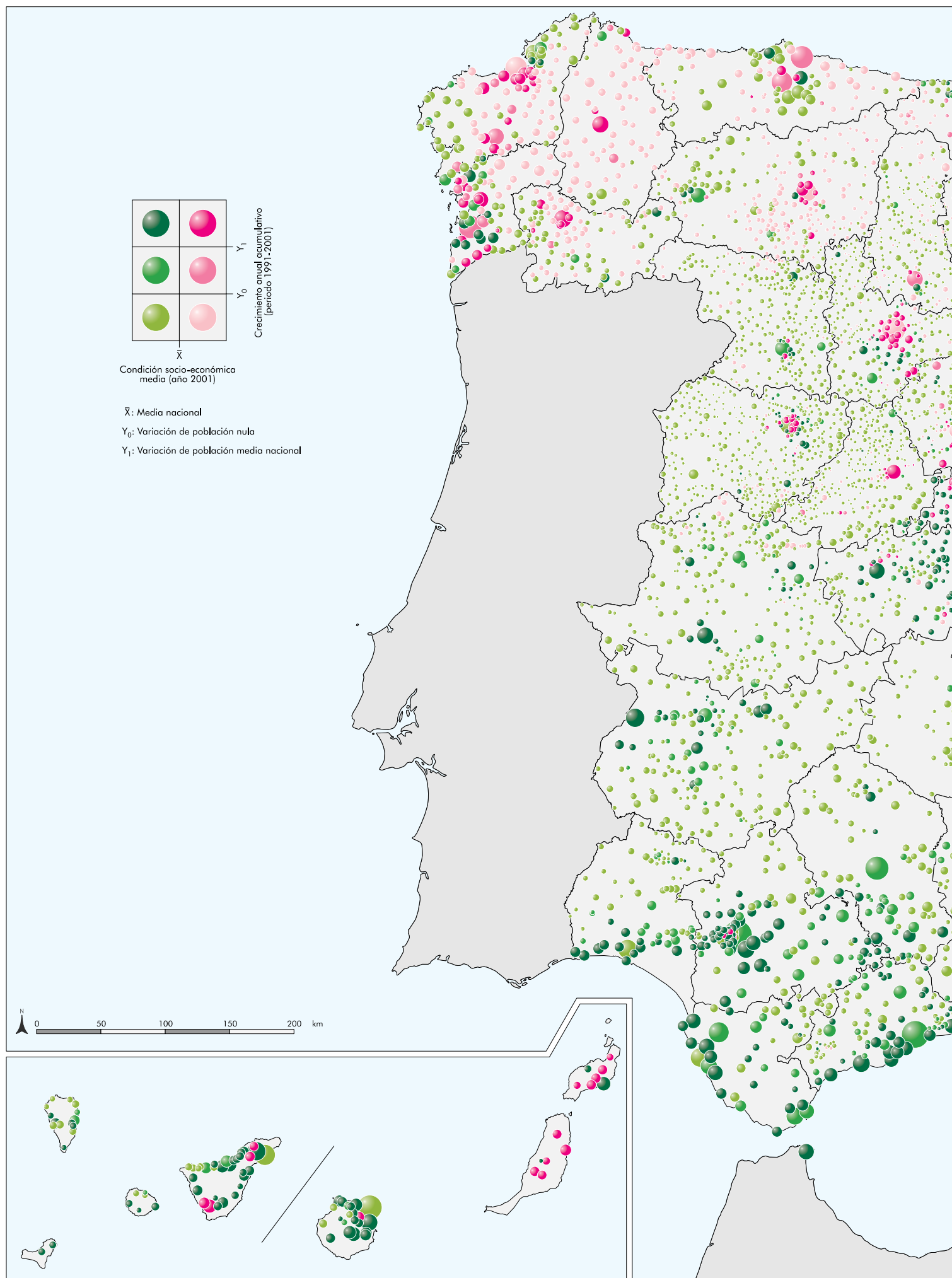


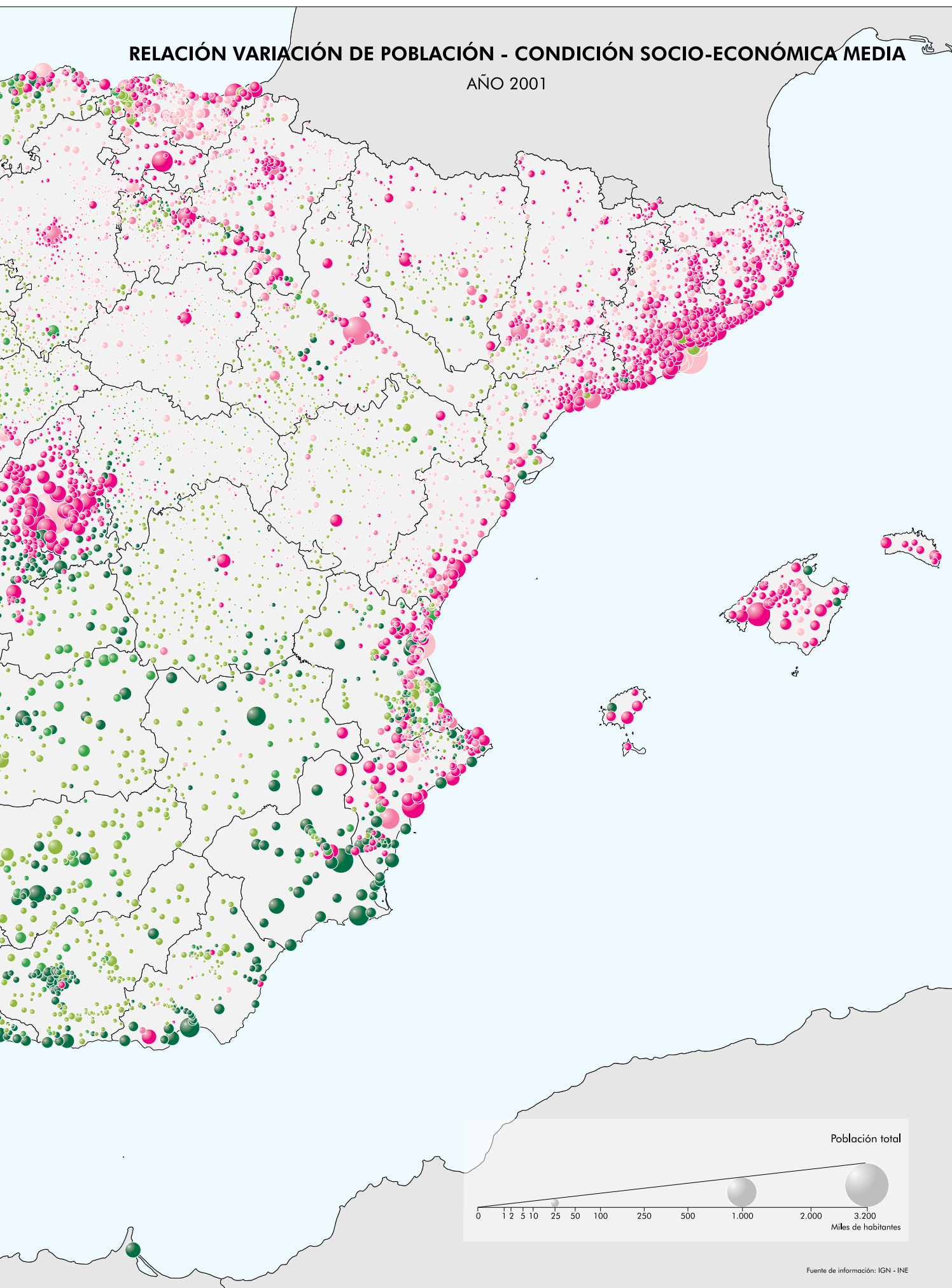
Figura 4-19: Leyenda de doble entrada combinando el Crecimiento demográfico con la Condición socioeconómica media.

La distribución del número de municipios entre las categorías no es uniforme (*Vid. Gráfico 4-14*). La estructura sigue tendencias similares considerando la media nacional de la Condición socioeconómica media ya que tanto la primera como la cuarta categoría recogen una cantidad notablemente superior, cifra que descende de manera considerable para la segunda y quinta y vuelve a incrementarse pero en menor medida de cara a la tercera y sexta categoría.



RELACIÓN VARIACIÓN DE POBLACIÓN - CONDICIÓN SOCIO-ECONÓMICA MEDIA

AÑO 2001



Mapa 4 121: Relación entre la Variación de población y la Condición socioeconómica media.

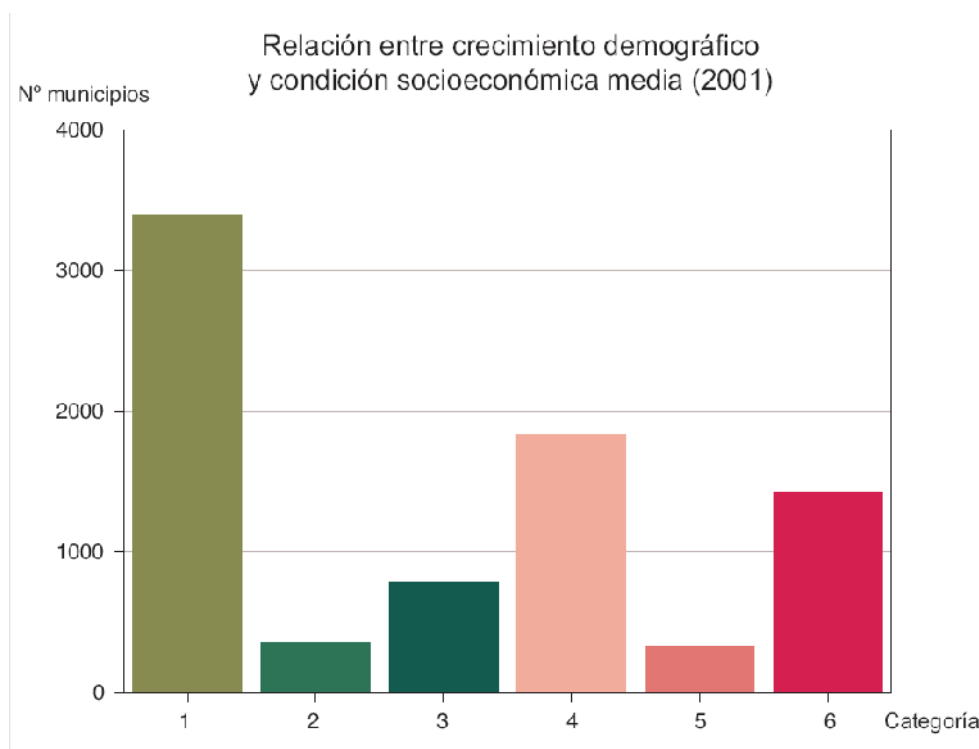


Gráfico 4-14: Distribución de los municipios españoles según las categorías. Elaboración propia.

B) Análisis geográfico: Una primera lectura del mapa permite reconocer con claridad una diagonal peninsular NO-SE que acogería en la mitad más septentrional los municipios de condición socioeconómica más elevada. De esta condición participan también casi todos los municipios baleáricos. Canarias presenta valores menores en los índices de condición socioeconómica con las excepciones de Fuerteventura y Lanzarote. Para ser más precisos, de la mitad septentrional, con valores socioeconómicos más elevados, habría que descartar muchos de los miles de pequeños municipios castellanos, leoneses o aragoneses. La generalización tampoco vale para los pueblos de montaña, pues mientras que en los Sistemas Ibérico, Central y Cordillera Cantábrica, la montaña tiende a configurar una condición socioeconómica menor, en el Pirineo, especialmente en el Alto Pirineo desde Navarra hasta Girona, la casi totalidad de sus municipios arrojan valores por encima de la media española, que se explicaría por el cambio hacia un modelo de servicios y turismo al servicio de las grandes áreas metropolitanas del cuadrante nororiental.

Todo ello lleva al final a un curioso resultado puesto que los grandes espacios metropolitanos, donde es notorio que sus ritmos de crecimiento municipal figuran entre los más elevados del país, en esta mitad septentrional, coinciden con condiciones socioeconómicas elevadas, o por lo menos, por encima de la media española. En esta coincidencia cabe señalar también que todas las ciudades de esta mitad septentrional, con alguna leve excepción como Zamora, Ponferrada, Baracaldo, Avilés, Torrelavega o Ferrol, se encuentran en los grupos 4, 5 ó 6, con una condición socioeconómica por encima de la media nacional.

Por debajo de la misma se encuentra la práctica totalidad de Castilla - La Mancha, excluyendo algunas de sus ciudades y en especial de las más cercanas a Madrid; toda Extremadura y, con excepciones, la práctica totalidad de Andalucía y Murcia. Sin embargo, aún con una condición socioeconómica general inferior a la media española sus ciudades tienen crecimientos reales superiores al español debido sin duda a la menor importancia de los movimientos migratorios más atenuados durante el decenio de los noventa y a la tradicional mayor natalidad murciana, andaluza, extremeña y canaria que les proporciona una tasa diferencial de incremento de población sobre la mitad septentrional española.

C) Elementos positivos: La mayor virtud de este mapa es que permite diferenciar por una parte los espacios en los que el crecimiento demográfico se traduce en desarrollo económico formando así parte tanto de la causa que propicia la variación positiva de la población como de las consecuencias de la misma al consolidarse en términos de mayor nivel de vida de los habitantes; y por otra los territorios en los que la variación demográfica encuentra su génesis en otros factores no tan estrechamente ligados a la economía sino más a la propia dinámica demográfica ya sea a través de un mayor saldo vegetativo o de la llegada de efectivos migratorios superiores.

Además la puesta en relación de esas dos variables con los tamaños poblacionales de cada municipio ayuda a reforzar los argumentos que apoyan la teoría presentada.

D) Elementos mejorables: En este caso conviene hacer una crítica a la elección de los colores:

- La gama de los rosas, aunque presenta una buena diferenciación entre ellos mismos, aplica valores demasiado suavizados en el caso del color más claro que en cierta modo desentona con el resto de cromas del mapa.
- La gama de los verdes, más equilibrada en conjunto, no facilita tanto como la de los rosas la diferenciación entre los tres tonos.
- La combinación de ambas gamas no está nivelada en términos de peso visual, puesto que el magenta más fuerte se ve superado por su homólogo en verde, al igual que sucede pero de manera mucho más acentuada entre los dos colores más claros. Tan solo los intermedios parecen haber encontrado un punto de equilibrio visual que les haga parecer semejantes en lo que refiere a crecimiento demográfico.

E) Posibles alternativas: Este tipo de mapas tienen un carácter tan específico que buscar alternativas reales a su empleo resulta una tarea cuasi imposible. Tan solo conviene aludir a lo ya mencionado para el mapa anterior: las posibilidades van ligadas a los cambios de color, de estructura o de variables más que a la propia concepción de la cartografía.

4.2.7.2.3. La dinámica demográfica

(Vid. Mapa 4-122)

La dinámica como concepto aplicado a la física *trata de las leyes del movimiento en relación con las fuerzas que lo producen* (RAE), su traslación al ámbito geodemográfico remite al estudio de las variaciones de la población en relación con las causas que los producen y tiene su correspondencia cartográfica en los mapas que se presentan a continuación y que fueron diseñados en su concepción original por José Luis Calvo, con motivo de su oposición a Catedrático y que se presentaron por primera vez en el Atlas Nacional de España en la edición de 1992 (Calvo Palacios *et al.*, 1992).

Se ha procedido a rehacer, actualizar y mejorar los mapas de Dinámica Demográfica mostrados por Calvo y Pueyo en dicha publicación, aplicando nuevas técnicas cartográficas que mejoran la presencia estética de los mismos y favorecen su lectura. En aquel momento tan solo se presentaban en el mapa aquellos municipios cuya población superaba los 5.000 habitantes, en esta ocasión el modelo cartográfico ha sido aplicado a todos los municipios, independientemente de su tamaño, por lo que el resultado ofrece una visión más completa del panorama territorial español.

Para el comentario concreto de este apartado tan solo se toma el ejemplo del mapa que refiere al periodo 1970-2005, por ser el que abarca una mayor secuencia temporal, aunque este se enmarca en una serie más extensa de mapas que se incluyen en el Anexo I dentro del DVD adjunto.

A) Comentario cartográfico:

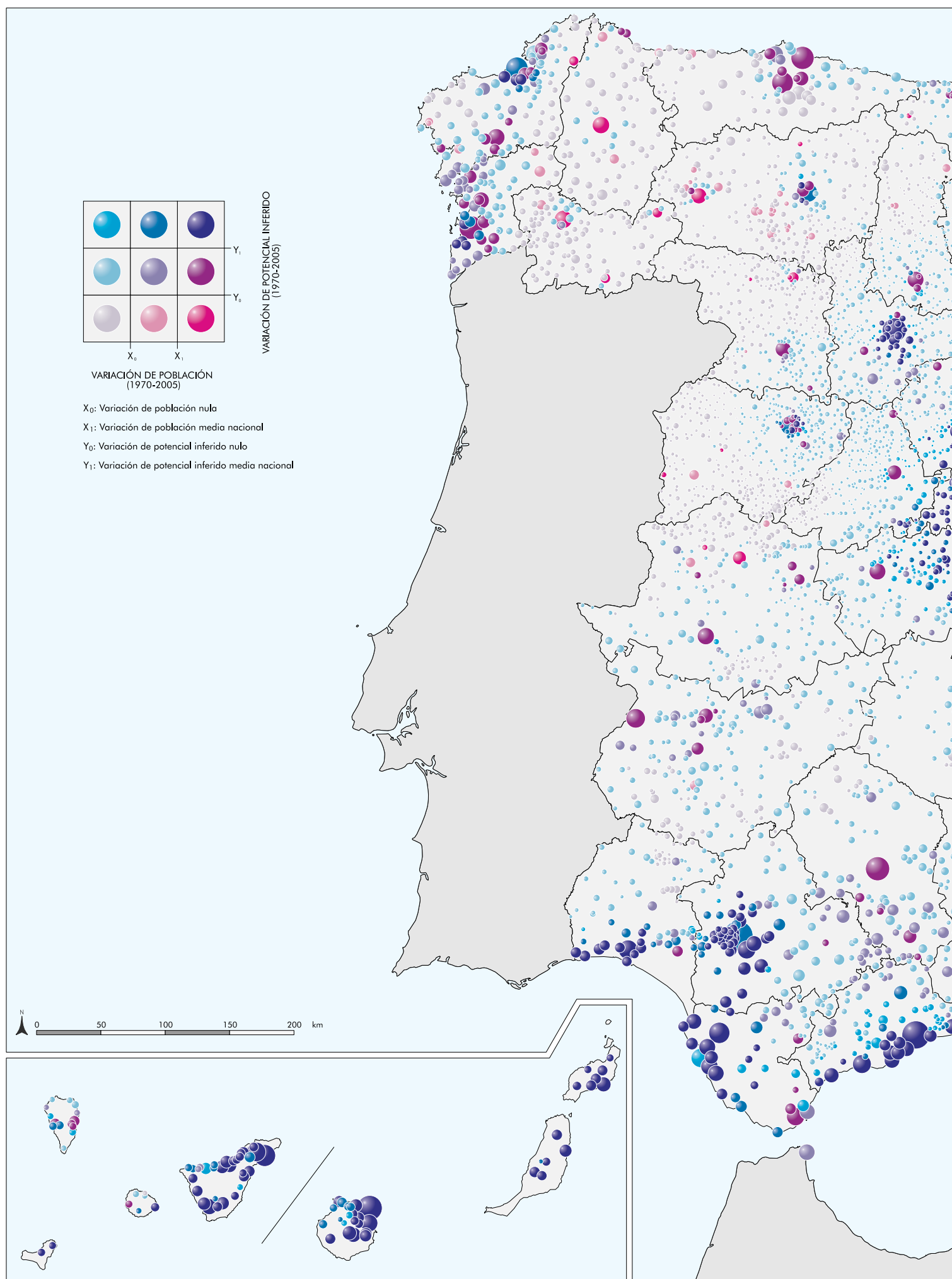
| DINÁMICA DEMOGRÁFICA | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variable real | Secuencia análisis | | Secuencia decisiones | | Trayectoria | Composición |
| | Naturaleza | Escala medida | Implantación | Variable visual | | |
| Variación de Población | Cuantitativa | Absoluta | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 27 | J |
| Variación de Potencial Inferido | Cuantitativa | Intervalos | Puntual | Valor / Combinación valor-color | 15 | |
| Variación en cifra absolutas | Cuantitativa | Razón | Puntual | Tamaño | 20 | |

El último de los ejemplos presentados como cartografía analítica es con diferencia el que presenta mayor complejidad tanto a nivel de lectura como de realización, pero bajo mirada experta también es una de las posibilidades cartográficas que ofrece mayor información acerca de los comportamientos de los municipios respecto al conjunto en el que se encuentran integrados.

Su configuración se basa en la composición integrada de tres variables reales de la manera en que sigue:

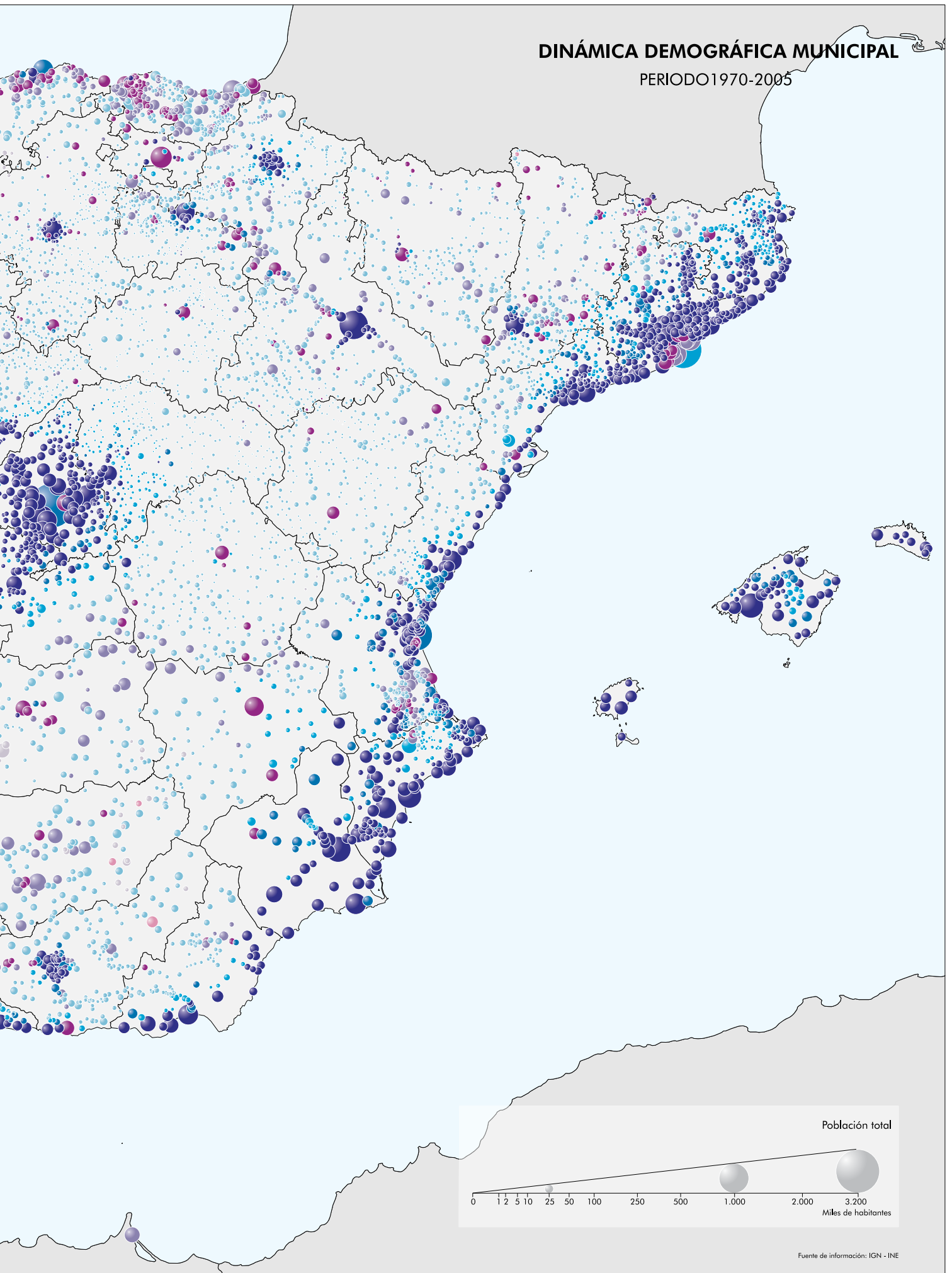
- **Población total:** Comenzando por la variable más sencilla, tanto a nivel de representación cartográfica como a nivel demográfico. La trayectoria 20 es la seleccionada para su codificación, ya descrita con anterioridad en numerosas ocasiones, gradúa volumétricamente el tamaño de los símbolos puntuales en relación con cada uno de los datos de la variable. A nivel estadístico la obtención de este dato se encuentra en la base de todo recuento demográfico, al tratarse de cifras absolutas no requiere ningún proceso de cálculo intermedio. La información presentada mediante las variables color y valor en este mapa se ven apoyadas en el tamaño como elemento de contextualización que permite dimensionar correctamente la situación demográfica.
- **Variaciones de la población:** No conviene detener la explicación demasiado en este punto puesto que la definición de Variaciones de población ha sido ofrecida previamente. Su naturaleza cuantitativa que expresa en porcentajes el crecimiento demográfico entre dos periodos remite a una medida en escala absoluta. Al igual que el resto de variables en este mapa concreto se codifica mediante implantación puntual a la que se aplica una leyenda secuencial que combina valor y color.
- **Variación de potencial inferido:** Esta tercera variable presenta una complejidad elevada, no tanto a nivel cartográfico en su representación, como en el proceso anterior de cálculo, lo que justifica su explicación más en profundidad. La dinámica demográfica depende por un lado del crecimiento, positivo o negativo, de cada municipio y por otro del crecimiento que el entorno del mismo le aporte. Para obtener este segundo factor el punto de partida se establece en el cálculo de Potenciales de población a cuyo desarrollo metodológico se dedicó un apartado en capítulos precedentes. Una vez obtenida esa información (*Vid. Figura 4-20*) el paso siguiente consiste en transferir la información de cada celda a los municipios que están contenidas en ella (*Vid. Figura 4-20*), de forma inversa a como al principio del proceso de cálculo de potenciales estos le cedían su información demográfica.

Habiendo realizado este proceso para las dos fechas a las que refiere el mapa (1970 y 2005) tan solo resta calcular la evolución efectiva entre ambas para obtener la Variación de Potencial Inferido que se configura como la segunda de las variables principales. Su codificación sigue el mismo patrón que la aplicada a las Variaciones demográficas ya explicitada, con la única diferencia de que la variación de potencial no se mide en escala absoluta sino de intervalos.



DINÁMICA DEMOGRÁFICA MUNICIPAL

PERIODO 1970-2005



Mapa 4 122: Dinámica demográfica, escala municipal, 1970-2005.

Tal y como se menciona en el capítulo anterior dentro del apartado que se dedica a la explicación de las composiciones cartográficas de tipo J, como la utilizada en este caso, éstas facilitan la aplicación de análisis *shift-share* que, en definitiva, permite explicar el crecimiento demográfico descomponiéndolo en distintos factores, en este caso en las variaciones de población y de potencial inferido.

La virtud de este mapa consiste en combinar estas dos variables codificadas mediante sendas leyendas secuenciales a través de una leyenda de doble entrada en la que el eje de abscisas refiere a la Variación de población y el de ordenadas a la Variación de Potencial Inferido.

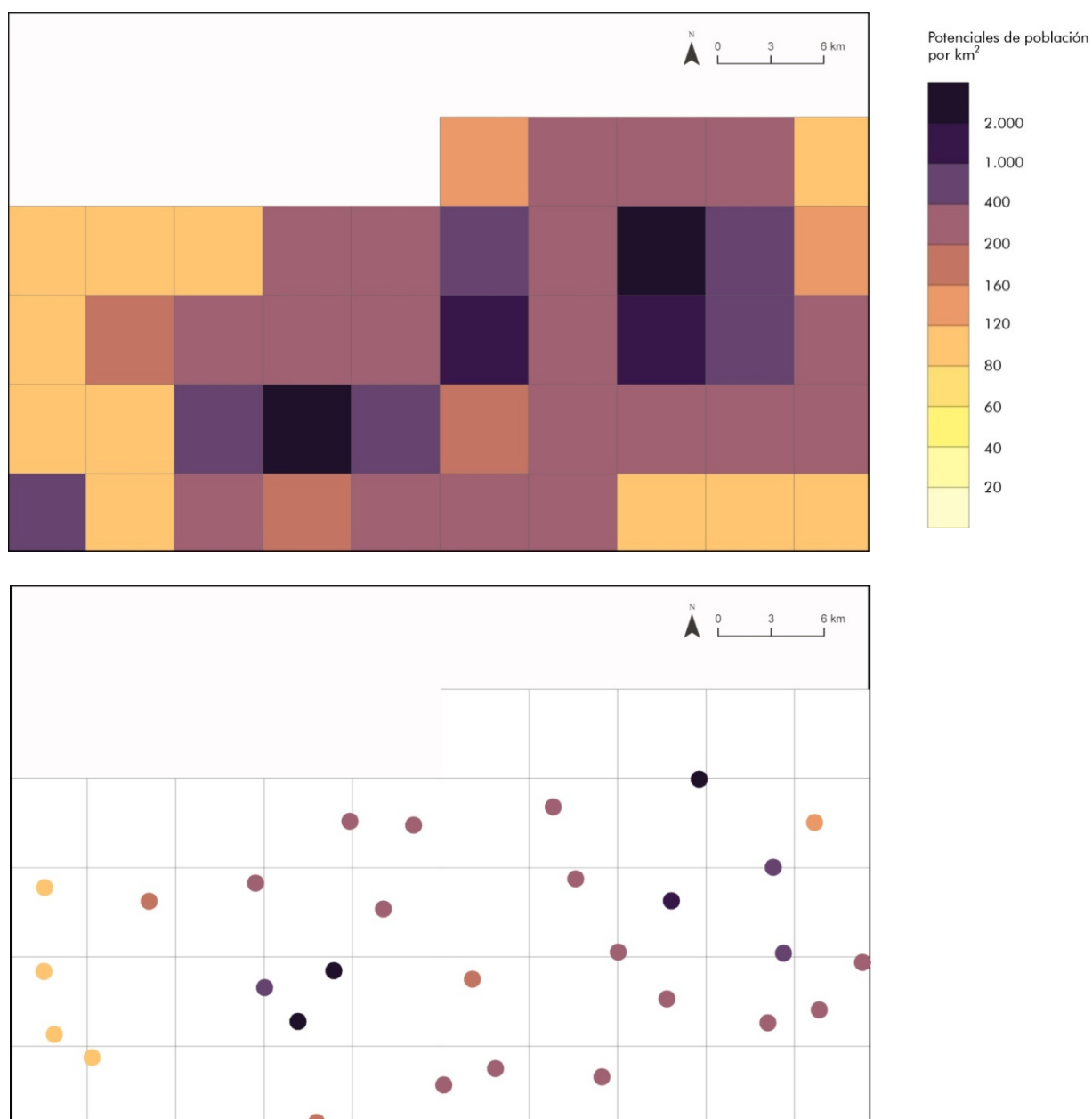


Figura 4-20: Proceso de transferencia del potencial inferido desde la célula ráster (imagen superior) a cada uno de los municipios (imagen inferior). Elaboración propia.

Al tratarse de variables dinámicas es posible establecer en ambas dos umbrales que permitan la interpretación:

- el primero de ellos es el crecimiento nulo, que establece la división entre evoluciones positivas o negativas
- el segundo es el crecimiento medio del conjunto español, que permite distinguir aquellos municipios que crecen al mismo nivel o superior que la nación de los que, aun teniendo una evolución positiva, al no superar la media nacional en definitiva están perdiendo peso en el conjunto.

De esta manera quedan configuradas tres categorías respecto a la Variación de población y otras tres respecto a la Variación de potencial inferido:

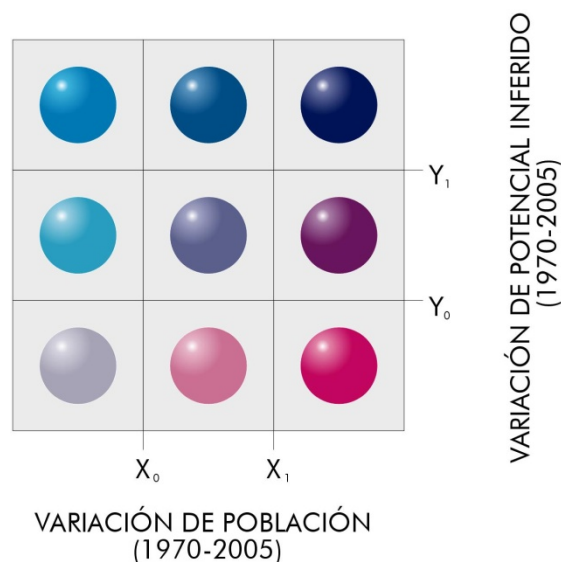
Variación de Población:

1. Unidades que en el período considerado han perdido población en cifras absolutas.
2. Unidades que en el período considerado han ganado población en cifras absolutas pero por debajo de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han perdido peso.
3. Unidades que en el período considerado han ganado población en cifras absolutas por encima de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han ganado peso.

Variación de Potencial Inferido:

- A. Unidades que en el período considerado han perdido población inferida en cifras absolutas.
- B. Unidades que en el período considerado han ganado población inferida en cifras absolutas pero por debajo de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han perdido peso por su posición.
- C. Unidades que en el período considerado han ganado población inferida en cifras absolutas por encima de la media nacional, lo que en un análisis *shift/share* significa que han ganado peso por su posición.

La combinación de las categorías 1, 2, 3, A, B y C mediante un análisis de doble entrada desemboca en una clasificación en nueve grupos de unidades administrativas (*Vid. Figura 4-21*), en base a los cuales se estructura el análisis geográfico.



X_0 : Variación de población nula

X_1 : Variación de población media nacional

Y_0 : Variación de potencial inferido nulo

Y_1 : Variación de potencial inferido media nacional

Figura 4-21: Leyenda del mapa de Dinámica demográfica, estructurada en torno a cuatro umbrales que generan nueve categorías diferentes. Elaboración propia.

B) Análisis geográfico: El mapa de Dinámica demográfica española correspondiente al periodo 1970-2005 permite el siguiente análisis según las categorías ya mencionadas (Vid. Gráfico 4-15):

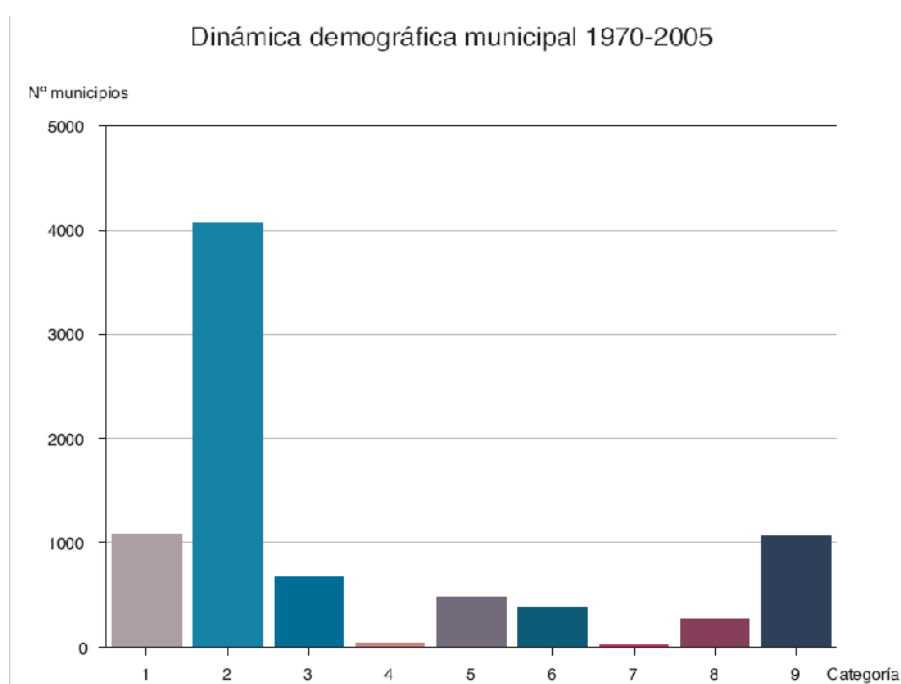


Gráfico 4-15: Distribución de los municipios españoles según las categorías. Elaboración propia.



Grupo 1A: Los municipios comprendidos en este grupo han perdido población en cifras absolutas en el período considerado y además han experimentado un retroceso en su potencial de población. En consecuencia, se trata de núcleos situados en comarcas de baja densidad de población, con un carácter marcadamente regresivo (de ahí la pérdida de potencial inferido); los municipios, en sí mismos, también son regresivos. Son comarcas que tienen graves problemas y que han perdido la esperanza en el futuro, puesto que ni siquiera bastan las emigraciones pendulares a los centros urbanos ya que todas ellas se encuentran a demasiada distancia.

En el grupo 1A figuran más de 1.000 municipios. Prácticamente todos son de pequeño tamaño y únicamente ocho de ellos superan los 15.000 habitantes. Son municipios que pierden población y que están situados en regiones y comarcas que también la pierden.

Como ejemplos más significativos figuran Puertollano, Langreo, Mieres, San Martín del Rey Aurelio, Monforte de Lemos, Cangas de Narcea o Béjar. Son municipios ligados a reconversiones industriales de antiguas fábricas, zonas mineras o textiles desaparecidas.

En cualquier caso, aunque este ha sido su comportamiento en la totalidad del período considerado, los valores más recientes registran mejoras de tendencia y el número total de municipios englobados en este grupo ha disminuido mucho respecto del que se registraba en los años setenta, cuando se acababa de producir la gran migración del campo a la ciudad y la mayoría de los pequeños municipios habían perdido vitalidad, antes de que retornos posteriores y procesos de contraurbanización empezaran a devolverles parte de su antigua importancia.



Grupo 1B: Son municipios que han perdido población pero que, a diferencia de los del grupo 1A, han experimentado algún tipo de incremento en sus potenciales inferidos respecto al año inicial, aunque estos sean siempre inferiores a la media nacional del período considerado. En su mayoría son núcleos pequeños, con una fuerte componente rural, o industrial tradicional en crisis, que no han desarrollado nuevas funciones y permanecen anclados en el pasado, sin adaptarse a las nuevas exigencias.

Su denominador común es la proximidad a zonas de una dinámica que progresa moderadamente. Cuentan además con mayores densidades de población en sus inmediaciones. Se trata municipios de comarcas agrícolas relativamente prósperas o con una crisis industrial larvada y se localizan en áreas de densidades medias que no han acabado de desarrollar nuevas funcionalidades y por ello han sufrido una disminución de la población (emigración de jóvenes pero no de familias) paralela a un cierto envejecimiento.

El grupo 1B engloba los municipios que han perdido población y sin embargo han recibido algún tipo de potenciales inferidos aunque siempre por debajo de la media española, lo que indica que estas zonas o comarcas en las que se hallan tampoco han tenido un comportamiento demográfico excesivamente floreciente.

Es el grupo más numeroso puesto que abarca más de la mitad de los municipios españoles, en su mayor parte está formado, aunque no exclusivamente, por municipios o ciudades pequeñas de ámbitos rurales que no se han recuperado de la emigración a las ciudades en los años sesenta y setenta.

Como municipios más significativos, entre los claramente urbanos, figuran los de Bilbao (en una comarca sometida a una fuerte reconversión, con abandono parcial de la metrópoli en beneficio de un contorno con mayores atractivos paisajísticos) o Ferrol, sometido igualmente a reconversiones de la construcción naval y sin el atractivo turístico de A Coruña, que se concreta en el espacio metropolitano más cercano de esta última ciudad. Esta tipología es la predominante en Castilla y León, Galicia, especialmente en la zona interior de las provincias costeras, Asturias y núcleos rurales de Cantabria y el País Vasco, donde las pequeñas ciudades de base industrial (Errenteria, Zarautz) aparecen incluso más afectadas que los espacios plenamente rurales. También aparece en los pequeños pueblos aragoneses y los equivalentes en funciones, aunque de mayor tamaño, de la Andalucía interior.



Grupo 1C: Corresponde a municipios que han perdido población en cifras absolutas pese a encontrarse en áreas que han recibido potenciales inferidos de población superiores a la media española.

Los más relevantes de este grupo son precisamente Madrid y Barcelona, pero también aparecen otra serie de municipios de las áreas metropolitanas más dinámicas, aunque alejados del centro. Las células de este grupo no difieren demasiado de las del grupo 2C, y su evolución depende de la dinámica de la ciudad central de su área.

Los casos de Madrid y Barcelona son el ejemplo español del conocido fenómeno de vacío sufrido por las grandes metrópolis europeas diez o quince años antes. Es la consecuencia del encarecimiento del precio del suelo por la fuerte presión de usos alternativos al residencial, lo que a su vez lleva a la generación de deseconomías externas que refuerzan las tendencias de difusión de la población en un intento de conseguir una mejor calidad de vida.

En el análisis de estas tendencias desurbanizadoras conviene apuntar, no obstante, que el hecho de que no se recojan disminuciones de población en el municipio guarda también relación con su propio tamaño superficial, puesto que en algunos casos, aun habiéndose producido un vacío del centro, las nuevas residencias se han localizado en la periferia pero dentro del propio término municipal, como por ejemplo ocurre en

Zaragoza, mientras que en otros casos, y en especial en términos municipales reducidos, el crecimiento se ha censado en los adyacentes. Por esta razón el mismo proceso en unos casos queda recogido en la cartografía y en otros no.

El grupo 1C tiene en común con el 2C y el 3C su pertenencia a espacios que crecen más que la media nacional y en consecuencia irradian potenciales inferidos superiores a la media. Las diferencias vienen dadas por el comportamiento demográfico propio. En principio el grupo 1C agrupa un número relativamente reducido de municipios (poco más de 600) y no predominan en él las grandes localidades.

Sin embargo una de ellas, Barcelona, constituye en sí misma un ejemplo extraordinario de hasta qué punto el crecimiento de su área metropolitana acompañado del abandono de la ciudad por la competencia con los usos terciarios o el traslado de los jóvenes hacia espacios exteriores de suelo más asequible, ha propiciado su propia pérdida de población en un territorio que es de los más progresivos de España en todos los órdenes. Cádiz, San Roque, Alcoy o Tortosa (desarrollo de Deltebre) se inscriben igualmente en espacios de crecimiento de población por razones diversas, aunque tengan sus propios problemas que explican pérdidas de población.



Grupo 2A: Corresponde a municipios que han experimentado algún crecimiento de población en el período considerado, pero éste ha sido inferior a la media nacional del período. Son células contables que se sitúan en comarcas regresivas, puesto que su potencial inferido es menor al que obtuvieron en el inicio del período.

Casi siempre se trata de municipios de tamaño relativamente superior a los del grupo 1A y en ellos se ha refugiado la propia población de la comarca en la que se encuentran.

Arrastran una vida lánguida, con una población envejecida y unas funciones más ancladas en el pasado que en el presente.

Es junto con el grupo 3A el menos numeroso y afecta a unos 40 municipios de tamaños pequeños o medios. Los más significativos son Baza, Lalín, Zafra, Viveiro, Noia, Ciudad Rodrigo, Carballino, Sarria, Coria o La Bañeza. La mayor parte de ellos están en Extremadura, la antigua región de León o Galicia y en buena medida responden al abandono de sus comarcas en beneficio propio.



Grupo 2B: En general se trata de núcleos que tanto por sus efectivos de población como por los potenciales que les son inferidos, presentan un comportamiento positivo aunque inferior al experimentado como media del país. En

muchos casos son núcleos que fueron receptores de inmigrantes de su contorno inmediato en la primera etapa de los años sesenta y han permanecido estancados en una agricultura próspera pero no han desarrollado suficientemente una integración con la ganadería, con la comercialización de sus productos o con una industrialización de tipo endógeno.

Son espacios susceptibles de recibir nuevas inversiones porque hay un potencial de población en el que todavía se encuentra mano de obra joven y unos equipamientos suficientes para nuevos proyectos. Si éstos no se desarrollan en un plazo de tiempo relativamente breve entrarán en un proceso de envejecimiento que agudizará los caracteres regresivos.

El grupo 2B agrupa a casi 500 municipios que crecen tanto en población como en potenciales inferidos pero por debajo de la media nacional, lo que lleva a que no se encuentren ni entre las comarcas más dinámicas de España ni entre las más retrasadas.

Hay muchos municipios de tamaños medios y algunos grandes como Donostia-San Sebastián (en fase de desarrollar su propio espacio metropolitano pero sin que éste acabe de tomar un ritmo definitivo de crecimiento por la crisis de los años ochenta y noventa). Algunos son municipios de espacios metropolitanos, generalmente en las primeras orlas de crecimiento, que van dejando traslucir en sus evoluciones un cierto envejecimiento de la población y una cierta obsolescencia en sus infraestructuras y equipamientos (l'Hospitalet de Llobregat, Santa Coloma de Gramenet, Badalona, Cornellà de Llobregat y el Prat de Llobregat en torno a Barcelona o Barakaldo, Sestao, Portugalete y Santurtzi en torno a Bilbao).

También aparecen otras cabeceras de comarca encabezando el crecimiento de unas zonas no demasiado dinámicas pero necesitadas de mano de obra y con capacidad para atraerla del extranjero como Calatayud, Guadix o Xàtiva, o simplemente apegadas a desarrollos mortecinos de alguna actividad que todavía permite un cierto crecimiento aunque éste se haga en términos moderados e inferiores a la media nacional (Jaén, Eibar, Medina del Campo, Valdepeñas, Miranda de Ebro).



Grupo 2C: Los municipios incluidos en este grupo presentan crecimiento de población aunque por debajo de la media nacional del período. Sus potenciales inferidos, sin embargo, superan la media, lo que indica que se encuentran en zonas de gran densidad de población, en las proximidades de núcleos de rápido crecimiento que han sido capaces de transmitirles este elevado valor de potencial inferido.

Al igual que los municipios del grupo 1C, se localizan junto a los grandes centros urbanos dinámicos, pero en este caso su posición suele ser más central que el de aquéllos.

Desde Madrid, Barcelona, Valencia, Málaga, Sevilla, Santander y Vigo, tomados como centros, pueden seguirse bastante bien hacia el exterior estas secuencias, cuya interpretación no permite, a partir de los datos aquí aportados, evidenciar si se trata de desarrollos ligados a la industria, al turismo o a la simple proliferación residencial en forma de ciudad dormitorio.

En cualquier caso, el esquema del proceso de urbanización, en su fase de desurbanización, se cumple perfectamente en Madrid y Barcelona, que pierden población en beneficio de sus áreas metropolitanas. Las fases de suburbanización —en el sentido anglosajón de suburbio como espacio residencial— encajarían mejor en áreas metropolitanas de menor importancia demográfica, y todo ello utilizando los términos con una cierta ligereza, puesto que para llegar a resultados más concluyentes deberían realizarse otro tipo de exámenes más detallados.

El grupo 2C engloba municipios de crecimiento no muy fuerte, pero en espacios que sí lo tienen, lo que se traduce en potenciales inferidos por encima de la media nacional. Entre los municipios más significativos están Madrid, Valencia, Sevilla, A Coruña y Granada. Todos ellos tienen el denominador común del crecimiento de sus espacios metropolitanos y el inconveniente del envejecimiento de sus propios núcleos centrales que les está dando ese crecimiento apagado que no llega a alcanzar siquiera la media nacional.

Pero en estos casos, como en el de Barcelona, el crecimiento de cada municipio hay que analizarlo siempre dentro de su propia cuenca de vida, como explican perfectamente los mapas de población vinculada y tiempo medio empleado en desplazamientos.

Otros municipios de este grupo son capitales de provincia como Santander, Salamanca y León con desarrollos externos en otros municipios que están acogiendo los crecimientos que no caben en ellas y algunas ciudades medias.



Grupo 3A: El crecimiento de población experimentado por los municipios de esta categoría en el período es claramente superior al del conjunto peninsular, pero sus valores de potencial inferido son menores a los que obtuvieron al inicio del período, lo cual indica el carácter regresivo de las comarcas en las que se integran.

Se trata generalmente de ciudades de tamaño superior a las del grupo 2ª y ninguna de ellas se inscribe en comarcas de elevada densidad o gran dinamismo funcional.

El grupo 3A solamente recoge 15 municipios con el denominador común de haber crecido más que la media nacional del período; son por lo tanto municipios progresivos pero que no han recibido potenciales inferidos de unas zonas que han ido a menos.

Al igual que los del grupo 2A han succionado población de sus comarcas en beneficio propio. Ourense, Lugo, Ponferrada, Plasencia, Benavente, Verín, O Barco de Valdeorras y As Pontes de García Rodríguez, todos ellos relativamente cercanos y con problemas territoriales muy similares, son ejemplos de los municipios de más de 10.000 habitantes incluidos en este grupo.



Grupo 3B: Son células con una trayectoria demográfica superior a la media nacional pero al situarse en áreas de escasa vitalidad de población (no necesariamente deben ser recesivas) han recibido potenciales inferidos por debajo de la media nacional.

Suelen ser municipios importantes por su población, lo que evidencia la correlación positiva de tamaño y crecimiento demográfico, al igual que se comentaba para el grupo 3A.

Entre estos municipios se encuentran buena parte de las capitales de provincia de la España interior, con las excepciones de Madrid y Barcelona, de las incluidas en el grupo 3A, o de aquellas otras que tienen una dinámica de población muy fuerte unida a la proximidad de núcleos urbanos que también están experimentando un fuerte crecimiento y que han quedado englobadas en el grupo 3C.

El grupo 3B engloba algo menos de 300 municipios pero, a diferencia de otros grupos, en él hay muchas ciudades. En concreto hasta ocho de más de 100.000 habitantes (Córdoba, Vigo, Gijón, Vitoria-Gasteiz, Oviedo, Albacete, Badajoz y Algeciras) y varias decenas de municipios de más de 20.000. Su denominador común es el crecimiento por encima de la media nacional y también su pertenencia a zonas no excesivamente dinámicas pues en tal caso aparecerían recogidas en el grupo 3C.

Figuran así en este grupo, además de las ya citadas, varias capitales de provincia como Cáceres, Palencia, Pontevedra, Ávila, Zamora, Cuenca, Huesca, Soria o Teruel a las que hay que unir otras que sin ser capitales, como Vigo o Santiago, tienen características de capitalidad.

Todas ellas se sitúan en el centro o los bordes de espacios con algún problema estructural (como Vitoria-Gasteiz con la proximidad de las provincias de Guipúzcoa o Vizcaya). Teruel, Soria, Huesca, Zamora y algunas otras se localizan en zonas que no acaban de desarrollarse.

La población ha buscado acomodo en su capital respectiva aunque finalmente ésta haya volcado sus efectos en municipios cercanos que son los que han recogido los crecimientos más recientes para transmitirle unos potenciales inferidos que no son excesivos.

Otros, englobados en aglomeraciones metropolitanas, como Viladecans, Cerdanyola del Vallès o Sant Boi de Llobregat en Barcelona, pero también Torrelavega, Algorta o Coslada en otras, se agrupan en segundas orlas, con mayor crecimiento pero progresivo abandono en favor de las más exteriores y un cierto envejecimiento estructural.



Grupo 3C: Es el extremo opuesto del grupo 1A. Se trata de municipios de una gran vitalidad demográfica a la que se une su posición en una zona rodeada así mismo de una gran fuerza de crecimiento. Su distribución se corresponde con los territorios más dinámicos de la España peninsular.

Fuera de las áreas metropolitanas ya conocidas en 1970, y muy en especial la madrileña y barcelonesa, no puede hablarse de contraurbanización. Al contrario, se observa que cuanto mayor es el tamaño de la población también ha sido mayor su crecimiento en cifras absolutas.

En la medida en que Madrid y Barcelona se encuentran en retroceso, es posible que España se encuentre acumulando su crecimiento en ciudades de tipo medio, con un cierto desfase respecto de lo ocurrido en Europa occidental.

El grupo 3C engloba 70 ciudades que superan los 50.000 habitantes y que crecen más que la media nacional en espacios que también crecen más que la media nacional. Entre ellas aparecen algunas asociadas a actividades periclitadas pero que han experimentado recientemente cambios profundos por el turismo, nuevas actividades, etc., lo que ha desembocado en fuertes crecimientos residenciales. A éstas se unen otras donde se van concentrando los mayores incrementos de suelo residencial de las últimas décadas por su proximidad o integración en nuevas extensiones metropolitanas.

Su distribución en el mapa es lo suficientemente explícita; sin embargo, debe señalarse que el ritmo más acelerado del crecimiento de Madrid va englobando en este grupo más municipios de sus alrededores que los que rodean Barcelona; además, la casi totalidad del litoral mediterráneo y todas las islas figuran a la cabeza en ciudades englobadas dentro de este grupo. También aparecen algunas ciudades interiores como Zaragoza, Logroño, Pamplona o Valladolid, todas con unos rápidos procesos de metropolización.

- C) Elementos positivos:** Debe tenerse en cuenta que la dinámica demográfica no es una variable real al uso, sino que es la consecuencia de una solución cartográfica que está permitiendo la combinación de dos de los factores que la conforman. Es por eso que conviene separar en este caso los elementos positivos vinculados por un lado al análisis geodemográfico que posibilita el mapa y por otro con la solución cartográfica que se ha diseñado:

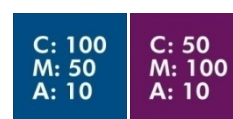
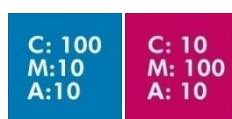
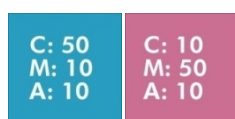
- **Análisis geodemográfico:** El estudio de la Dinámica demográfica en los términos expuestos permite obtener conclusiones acerca de los espacios y núcleos dinámicos y regresivos en las áreas de estudio. Facilita además el análisis de las situaciones de centralidad y subcentralidad de los municipios que engloban las diferentes fases de urbanización y sus repercusiones en el entorno. En caso de realizar un estudio seriado de diferentes periodos permite observar también las tendencias de crecimiento y los patrones de comportamientos mantenidos en el tiempo. En cualquier caso favorece la obtención de conclusiones que no se derivan de una cartografía convencional.
- **Solución cartográfica:** La combinación de dos leyendas secuenciales no es un asunto sencillo de llevar a la práctica puesto que los colores seleccionados deben trabajarse para que dando sensación de que todos forman partes de un mismo conjunto se perciban las individualidades de cada una de las clases. En este caso se considera un acierto los porcentajes de tintas seleccionados buscando ese objetivo (Vid. Figura 4-22):



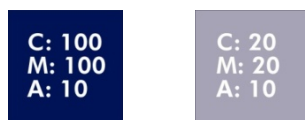
Figura 4-22: Leyenda de doble entrada empleada en el mapa de Dinámica demográfica, muestra los porcentajes utilizados de cada tinta (C: Cyan, M: Magenta y A: Amarillo). Elaboración propia.

Esta leyenda es adecuada porque cumple los siguientes requisitos:

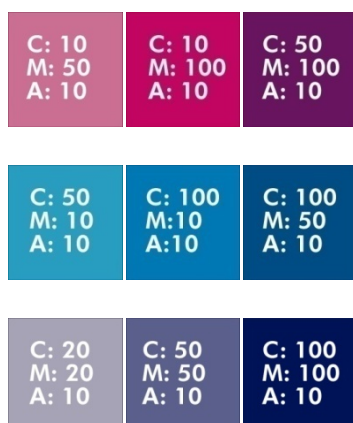
- 1) Existir una base de color que homogenice, en este caso se consigue con un diez por ciento de amarillo.
- 2) Los colores contrapuestos deben tener el mismo peso visual, es decir el mismo valor:



- 3) La combinación de los dos componentes en su máxima potencia debe ser el color con mayor peso visual y viceversa: la combinación de los dos componentes en su mínima potencia debe ser el color con menor peso visual



- 4) Deben existir relaciones secuenciales entre categorías con similares características

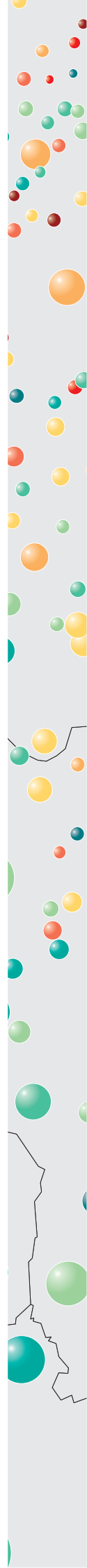


A caballo entre los dos apartados de elementos positivos, el relacionado con el análisis geográfico y el dedicado a las soluciones cartográficas, se encuentra el hecho de haber referido cada uno de los tonos que reflejan la Dinámica demográfica a una esfera de tamaño proporcional a la población que habita cada municipio. Esto permite referenciar el dato de dinámica y entenderlo en relación a las dimensiones demográficas de cada entidad que explican en gran medida su situación en el marco general y sobre todo permite crear un marco de referencia válido para la interpretación.

D) Elementos mejorables: Probablemente no se puedan señalar muchos elementos a mejorar puesto que el documento resulta satisfactorio, pero la concepción de este mapa presenta una limitación considerable: Tan solo resulta útil para lectores expertos tanto a nivel cartográfico como de contenidos geográficos. El público en general es posible que tenga dificultades, sin una explicación previa extensa, para entender completamente tanto el significado de las variables como el modo de representación cartográfica.

E) Posibles alternativas: De nuevo cabe citar lo ya mencionado para los dos mapas anteriores, esta cartografía tiene un carácter tan específico que buscar alternativas reales a su empleo resulta una tarea cuasi imposible. Tan solo conviene aludir a lo ya mencionado para el mapa anterior: las posibilidades van ligadas a los cambios de colo, de fechas o de variables más que a la propia concepción de la cartografía.

5 CONCLUSIONES



5. CONCLUSIONES

La primera impresión que se tiene al poner punto y final a una investigación es que en realidad no está terminada pero igualmente hay que saber echar la vista atrás y valorar el trabajo realizado evaluando en qué medida ha servido al objetivo principal de la tesis, de adaptar las representaciones cartográficas a la realidad territorial actual.

Es evidente que se ha acometido con éxito la actualización, depuración y perfeccionamiento de conceptos, modos de trabajo y cartografías existentes previamente en el grupo de investigación.

De este modo la actualización refiere en concreto a los mapas de potenciales que no solo han sido puestos al día en lo que refiere a contenido temático que abarca ahora hasta 2005 sino que han sido introducidos en entorno SIG, adaptándolos plenamente a formatos actuales; la depuración alude al trabajo con la variable tamaño, que si bien es cierto que es una de las marcas de la casa su presencia estética, implementación en los SIG y búsqueda de una calidad superior es producto de la investigación realizada en los últimos años.

El perfeccionamiento reside en la posibilidad de incluir en los mapas de Dinámica demográfica no solamente aquellos municipios con una población superior a cinco mil habitantes que recogían las versiones anteriores, sino la totalidad de entidades municipales españolas conformando así una cartografía capaz de explicar por sí misma la evolución geodemográfica de los últimos 36 años.

Igualmente se ha procedido a incluir nuevos conceptos teóricos y variables demográficas que hasta el momento no habían sido trabajadas. El saber hacer existente en GEOT unido a las aportaciones realizadas en esta tesis doctoral permiten afirmar que la finalidad de la tesis planteada en su introducción ha sido alcanzada, puesto que se ha conseguido configurar un estilo propio de realización cartográfica que permite al geógrafo acercarse a la dinámica realidad geodemográfica existente hoy en día. Las características que definen estas nuevas formas cartográficas son las siguientes:

- Su base metodológica se cimenta en la Teoría de la Comunicación a través de una concepción bertiniana del código cartográfico que encuentra en los tipos de implantación y en la correspondencia entre variables visuales y reales su mejor instrumento.
- La búsqueda de una adecuación de la escala de trabajo a las variables a representar tomando conciencia de las limitaciones y ventajas que cada grado de agregación aporta al documento final.
- Predilección por el empleo del tamaño como variable de referencia que permite un reconocimiento automático del contexto demográfico. El contingente de población que reside en cada entidad administrativa es al mismo tiempo variable explicativa

de las distribuciones demográficas y requiere explicación por parte de las mismas. La utilización de la variable visual tamaño mediante gradación volumétrica de doble constricción ligada a una segunda variable codificada mediante la combinación de color y valor es una de las propuestas cartográficas más eficaces.

- Inclinación por una estética muy cuidada siendo consciente de que no siempre es posible alcanzar estos máximos en los entornos SIG por lo que se recurre a programas infográficos que garanticen la calidad del acabado. Esta estética está asentada en gran medida sobre el empleo, siempre que es posible, del color entendiendo su gran potencial de transmisión. La utilización del mismo se realiza desde una óptica semiótica que facilita la interpretación y ofrece una visión más objetiva de los fenómenos representados.
- Se apuesta por una cartografía sencilla, que expone mensajes simples en el convencimiento de que de este modo se garantiza la transmisión sin interferencias; dicho lo cual se opta por la calidad en los acabados, especialmente en los tratamientos del color y del volumen, por la sobriedad en las disposiciones de maqueta y por la priorización de la carga temática en los mapas sobre la base espacial que queda como soporte de referencia.
- Se incorpora la componente diacrónica en la concepción de la cartografía tanto a través de mapas dinámicos que incluyen la evolución entre dos fechas concretas como mediante el diseño y elaboración de series de mapas en los que se busca la posibilidad de comparación absoluta entre los distintos documentos que componen la serie, de manera que sea posible una lectura conjunta de todos ellos manteniendo idéntica leyenda.
- Anhelo permanente de incorporar nuevas variables que puedan complementar las ya cartografiadas agregando nuevos matices y perspectivas que permitan al geógrafo interpretar con más criterio la realidad territorial.

A nivel metodológico pueden también nombrarse algunas aportaciones vinculadas principalmente a la nominación de una serie de conceptos, los cuales derivan de la sistematización del proceso cartográfico basando su etapa de codificación en la toma de conciencia del proceso real que la mente del geógrafo sigue, partiendo de una secuencia de análisis en la que se detallan las características de la información temática que desemboca en una secuencia de decisión en la que deben seleccionarse los instrumentos de codificación cartográfica que ofrezcan mejores resultados. La utilización ordenada de ambas secuencias da lugar a las denominadas trayectorias cartográficas cuya utilización simple genera mapas sencillos de fácil interpretación y que combinadas entre sí en un solo documento añaden complejidad al mismo mostrando variables cuya complementariedad permite llegar a una visualización de las relaciones espaciales.

La inclusión consciente y responsable de los SIG en el proceso de diseño y elaboración de cartografía es un reto que los geógrafos deben asumir. En esta tesis doctoral se trata de presentar de forma sensata y consecuente el modo de hacerlo dándole la importancia suficiente tanto a la capacidad creativa y analítica del usuario como a las herramientas informáticas imprescindibles para llevar a cabo el proceso. Ha sido necesario también realizar una evaluación de las posibilidades de los SIG proponiendo mejoras en su concepción y opciones alternativas para alcanzar los objetivos planteados en caso de que los módulos de simbolización no respondan a todas las expectativas.

Sin embargo, tal y como se ha mencionado el trabajo presentado no se encuentra finalizado, la meta original planteada al comienzo se va desplazando de forma simultánea al avance del estudio, abriendo un abanico de múltiples opciones que conducen a horizontes cada vez más amplios en los que seguir trabajando.

En nuestro caso este abanico está compuesto por una nómina de líneas de investigación considerablemente amplia entre las que cabe destacar la profundización en el estudio de algunas de las nuevas variables como es el caso concreto de la Población Vinculada respecto a la cual se han presentado cartografías en las que se muestra el destino de la misma pero podría afrontarse también un examen de la matriz de orígenes y destinos que permitiera descubrir las interrelaciones municipales en ambos sentidos.

Asimismo se ha abordado la representación de los espacios conformadores de cuencas de vida inmediatas tanto diacrónica como diatópicamente hablando, sin embargo se han obviado por cuestiones tanto de tiempo como de suministro de información, los espacios vitales relacionados con la intermodalidad en los que la confluencia de diversos modos de transporte configuran una realidad diferente, teniendo en cuenta que aquellos lugares que son atravesados por la alta velocidad transforman su naturaleza convirtiéndose en espacios túnel.

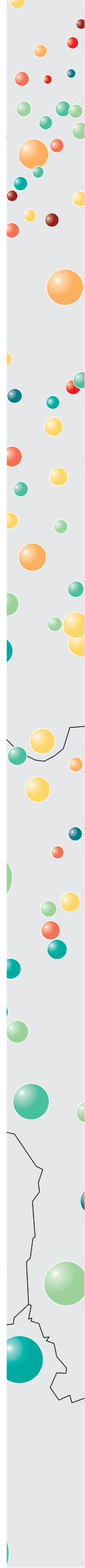
También sigue el camino en lo que se refiere a la investigación acerca las cartografías que reflejan modelos gravitatorios y se plasman en los mapas de Potenciales de Población, cabe señalar que el punto de partida de que este valor inherente a cada célula del sistema depende no solo de sí misma sino de su interrelación con el entorno carece de sentido en los espacios frontera con los países limítrofes, donde los límites administrativos internacionales sesgan una realidad territorial que en realidad los está superando. Es por eso que una concepción de estos modelos más cercana al territorio debería incorporar estos espacios, aunque los impedimentos sean evidentes (mayor necesidad de computación, suministro de datos, interpretación de los resultados...) sería una línea interesante sobre la que seguir trabajando, en base a algunas de las propuestas ya expuestas en el capítulo 4.

Señalar también que otro de los horizontes a alcanzar pasa por la combinación de escalas de trabajo, en definitiva en esta tesis doctoral se ha trabajado para todo el país, aunque empleando diferentes grados de agregación. Sin embargo, la consideración de un cambio de escala de la estatal a las regionales, locales o incluso intramunicipal puede aportar cambios en

la consideración de las variables geodemográficas que presenten matices potencialmente significativos para otros niveles de estudio, aun teniendo en cuenta que estos análisis pueden encontrarse más cerca de una valoración social que de una estrictamente geográfica.

Esta tesis doctoral ha pretendido ser una reflexión principalmente cartográfica y en mucha menor medida demográfica que, en base a una articulación tradicional de las variables geodemográficas, presente nuevas formas de representación que aporten nuevas conclusiones y permitan interpretar las relaciones espaciales entre espacios, las tendencias de las distribuciones demográficas, la interconexión entre variables reales, las causas y realidades de la dinámica de la población... Y todo ello aplicando los medios de los que se dispone hoy en día tanto en lo que se refiere a nuevas soluciones técnicas como la incorporación plena de los SIG, como metodológicas con nuevos conceptos cartográficos y temáticos tales como las trayectorias cartográficas o la población vinculada.

BIBLIOGRAFÍA



6. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS UTILIZADOS

- Agudo, E. (2006): *Codex, Liber, Libro*. Madrid. Ediciones SM. 221 pp.
- Aguilera Arilla, M.J., Azcárate Luxán, M.V., González Yanci, M.P., Muguruza Cañas, C., Rubio Benito, M.T. y Santos Preciado, J.M. (2003): *Fuentes Documentales. Fuentes, tratamiento y representación de la Información geográfica*. Madrid. UNED. 421 pp.
- Akella, M.K. (2008): *First responders and crisis map symbols: making communication clearer*. Tesis doctoral dirigida por Brewer, C.A. en el Department of Geography de la Pennsylvania State University. State College.
- Alberich González, J. (2006): Una revisión crítica al concepto de población vinculada según el Censo de población de 2001. Una aplicación a Cataluña. *Papers de demografia*, 306, 1-14.
- Alcanide Inchausti, J. (2005): Evolución demográfica española en el siglo XXI. *Papeles de Economía Española*, 104, 123-147.
- Alder, H.L. y Roessler, E.B. (1964): *Introduction to Probability and Statistics*. San Francisco. W. H. Freeman. 333 pp.
- Allouche, M.K. y Moulin, B. (2005): Amalgamation in cartographic generalization using Kohonen's feature nets. *International Journal of Geographical Information Science*, 19, 899-914.
- André, A. (1980): *L'expression graphique: cartes et diagrammes*. Paris. Masson. 225 pp.
- Andrienko, N. y Andrienko, G. (2007): Designing Visual Analytics Methods for Massive Collections of Movement Data. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 42, 117-138.
- Ariza (2002): *Calidad en la Producción Cartográfica*. Madrid. Ra-Ma Editorial. 389 pp.
- Arny, T.T. (2000): *Explorations an Introduction to Astronomy*. St. Louis. McGraw Hill. 563 pp.
- Bailly, A. y Beguin, H. (1992): *Introducción a la geografía humana* Barcelona. Masson. 185 pp.
- Barbancho, A.G. (1967): *Estadística Elemental Moderna*. Madrid. Escuela Nacional de Administración Pública. 392 pp.
- Bavoux, J.J., Beaucire, F., Chapelon, L. y Zembri, P. (2005): *Géographie des transports*. Paris. Armand Colin. 232 pp.

- Berlo, D.K. (1987): *El proceso de la comunicación. Introducción a la teoría y a la práctica*. Buenos Aires. Librería El Ateneo 173 pp.
- Bernabe Poveda, M.A. y Iturrioz Aguirre, T. (1995): *Elementos de Diseño Gráfico*. Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica. Universidad Politécnica de Madrid. 305 pp.
- Bernhardsen, T. (2002a): *Geographic information systems : an introduction / Tor Bernhardsen*. New York John Wiley & Sons. 428 pp.
- Bernhardsen, T. (2002b): *Geographic Information Systems: An Introduction*. Nueva York. John Wiley & Sons. 428 pp.
- Berry, B. (1964): Approaches to regional analysis. *Annals of the Association of American Geographers*, 54, 2-11.
- Bertin, J. (1967): *Semiologie graphique : les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris. Mouton : Gauthier-Villars. 431 pp.
- Bertin, J. (1983): *Semiology of graphics : diagrams, networks, maps*. Wisconsin. The University of Wisconsin Press. 415 pp.
- Bolsi, A.C.S. (1993): *Geografía de la población : las estructuras demográficas*. San Isidro (Argentina) : Ceyne. pp.
- Bosque Sendra, J. (1997): *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid. Rialp. 451 pp.
- Bosque Sendra, J. (1999): Nuevas Perspectivas en la Enseñanza de las Tecnologías de la Información Geográfica. *Serie Geográfica*, 8, 25-34.
- Bosque Sendra, J. y Moreno Jiménez, A. (1994): *Prácticas de análisis exploratorio y multivariante*. Barcelona. Oikos-Tau. 214 pp.
- Bracken, I. y Webster, C. (1992): *Information Technology in Geography and Planning*. Londres. Routledge. 444 pp.
- Brassel, K.E. y Weibel, R. (1998): A review and conceptual framework of automated map generalization. *International Journal of Geographical Information Science*, 2, 229-244.
- Bregt, A.K. y Wopereis, M.C.S. (1990): Comparison of complexity measures for choropleth maps. *The Cartographic Journal*, 27, 85-90.
- Brewer, C.A. (1994): Color Use Guidelines for Mapping and Visualization. en MacEachren, A.M. y Taylor, D.R.F. (Eds.), *Visualization in Modern Cartography* (pp. 123-147). Tarrytown, NY. Elsevier Science.

- Brewer, C.A. (1996): Guidelines for selecting colors for diverging schemes on maps. *The Cartographic Journal*, 33, 79-86.
- Brewer, C.A. (1997): Spectral schemes: Controversial color use on maps. *Cartography and Geographic Information Systems*, 24, 203-220.
- Brewer, C.A. (2001): Reflections on Mapping Census 2000. *Cartography and Geographic Information Science*, 28, 213-235.
- Brewer, C.A. (2005): *Designing better Maps: A guide for GIS Users*. Redlands. ESRI Press. 205 pp.
- Brewer, C.A. y Suchan, T.A. (2001): *Mapping Census 2000 : the geography of U.S. Diversity, 2000 : Census 2000 special reports*. U.S. Dept. of Commerce, Economics and Statistics Administration, U.S. Census Bureau. 107 pp.
- Brunet, R. (1987): *La carte. Mode d'emploi*. Montpellier. Reclus. 269 pp.
- Bruno, T.J. y Svoronos, P.D.N. (2005): *CRC Handbook of Fundamental Spectroscopic Correlation Charts*. Nueva York. CRC Press. pp.
- Calvo Palacios, J.L. (1992): Concepción y ejecución de cartografía para la Ordenación del Territorio y el Urbanismo a través de Sistemas de Información Geográfica. en Españoles, A.d.G. (Ed.), *Ponencia V Coloquio de Geografía Cuantitativa* (pp. 3-19). Zaragoza.
- Calvo Palacios, J.L. y Pellicer Corellano, F. (1987): Elaboración e interpretación de cartografía temática. en ICE (Ed.), *Aspectos didácticos de Geografía e Historia (Geografía)* (pp. 77-103). Zaragoza. ICE.
- Calvo Palacios, J.L. y Pueyo Campos, A. (1989): Mapas coropléticos e isopléticos y cartografía de potenciales de población. *Geographicalia*, 26, 23-35.
- Calvo Palacios, J.L. y Pueyo Campos, A. (1990a): Variation de la distribution de la population peninsulaire dans les aires metropolitaines (1970-1986). en Europa., C.d. (Ed.), *Sèminaire sur les tendances demographiques actuelles et modes de vie en Europe*. (pp. 423-425). Estrasburgo.
- Calvo Palacios, J.L. y Pueyo Campos, A. (1990b): Variations de la population peninsulaire en fonction de la taille des emplacements (1970-1986). . en Europa., C.d. (Ed.), *Sèminaire sur les tendances demographiques actuelles et modes de vie en Europe*. (pp. 420-422). Estrasburgo.
- Calvo Palacios, J.L. y Pueyo Campos, A. (1992): La cartografía de potenciales poblacionales (1970-1991) como apoyo del análisis económico regional. *Papeles de Economía*, 51, 116-125.

- Calvo Palacios, J.L. y Pueyo Campos, A. (2007): Población vinculada por municipios: su explotación cartográfica para el análisis territorial. en Madrid, U.C.d. (Ed.), *Homenaje al profesor José Manuel Casas Torres* (pp. 229-242). Madrid. Universidad Complutense de Madrid.
- Calvo Palacios, J.L. y Pueyo Campos, A. (2008): *Demografía, Monografías del Atlas Nacional de España*. Madrid. Instituto Geográfico Nacional/ Editor: Centro Nacional de Información Geográfica. 386 pp. En esta obra el autor corporativo es el Instituto Geográfico Nacional, pero a efectos académicos consta el nombre de los Directores científicos.
- Calvo Palacios, J.L., Pueyo Campos, A. y Jover Yuste, J.M. (1992a): *Potenciales demográficos*. Madrid. Centro Nacional de Investigaciones Geográficas. 23 pp.
- Calvo Palacios, J.L., Pueyo Campos, A. y Jover Yuste, J.M. (1992b): *Potenciales demográficos. Fascículo Atlas Nacional de España. Grupo 14b*. Madrid. IGN / CNIG. pp.
- Calvo Palacios, J.L., Pueyo Campos, A. y Tricas Lamana, F. (2002): *Instrumentos de Gestión Territorial para la toma de decisiones en el medio local*. Sevilla. Dirección General de Administración Local. Consejería de Gobernación. Junta de Andalucía. 209 pp.
- Campbell, C.S. y Egbert, S.L. (1990): Animated Cartography / Thirty years of sratching the surface. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 27, 24-46.
- Carvajal Gutierrez, C. (1989): Consecuencias de la disminución de la natalidad y de la mortalidad sobre la estructura por edad de la población española desde 1970. en Balears, U.d.I.I. (Ed.), *II Jornadas sobre población española* (pp. 143-161). Palma de Mallorca
- Casajuana, R., Cruells, E., Escalas, T., García, M., Gatell, C., Ortega, R., Roig, J. y Viver Pi-Sunyer, C. (1997): *Medio Natural, Social y Cultural*. Barcelona. Vicens Vives Primaria, S.A. pp.
- Castells, M. y Cardoso, G. (2006): *The network society : from knowledge to policy*. Washington, DC. Center for Transatlantic Relations, Paul H. Nitze School of Advanced International Studies, Johns Hopkins University. 434 pp.
- Cauvin, C., Escobar, F. y Serradj, A. (2007a): *Cartographie thématique 1. Una nouvelle démarche*. Paris. Lavoisier. 284 pp.
- Cauvin, C., Escobar, F. y Serradj, A. (2007b): *Cartographie thématique 2. Des transformations incontournables*. Paris. Lavoisier. 284 pp.

- Cauvin, C. y Reymond, H. (1986): *Nouvelles méthodes en catographie* Montpellier. Gip Reclus. 56 pp.
- Cauvin, C., Reymond, H. y Serradj, A. (1987): *Discrétisation er représentation cartographique*. Montpellier Gip Reclus. 115 pp.
- Cauvin, C., Schneider, C. y Cherrier, G. (1989): Cartographic transformations and the piezopleth maps method. *The Cartographic Journal*, 26, 96-104.
- Cebrián de Miguel, J.A. (2001): *Información geográfica y Sistemas de Información Geográfica* Santander. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cantabria. 454 pp.
- Cebrián de Miguel, J.A. y García Ferrandez, M. (1984): *Cartografía temática y representación grafica mediante ordenador*. Madrid. IGN / CNIG. 375 pp.
- Cebrián, J.A. (1992): *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*. Santander. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria. pp.
- Claval, P. y Wieber, J.C. (1969): *La cartographie thématique comme méthode de recherche*. Paris. Annales Litteraires de l'Université de Besanaon. 185 pp.
- Comas, D. y Ruiz, E. (1993): *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona. Ariel. 295 pp.
- Cortizo Álvarez, T. (2007): Protocolo para la normalización del tratamiento geográfico de la información (TGGI). *Boletín de la A.G.E*, 45, 279-305.
- Coulson, M.R.C. (1987): In The Matter Of Class Intervals For Choropleth Maps: With Particular Reference To The Work Of George F Jenks. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 24, 16-39.
- Chaparro Mendivelso, J. (2002): El trabajo del geógrafo y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Entre la Cartografía digital y la geografía virtual: una aproximación. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, VI, n° 119
- Chapelon, L. y Cicille, P. (2000): *Atlas de France. Volume 11. Transports et énergie*. Paris. GIP RECLUS - La Documentation Française. 144 pp.
- Chauviré, Y. y Noin, D. (1995): *Atlas de France. Volume 2. Population*. Paris. GIP RECLUS - La Documentation Française. 128 pp.
- Cheyland, J.P. y Basciani-Funestre, M.A. (1989): *Chiffres et cartes: Une réunion réfléchie*. Paris. STU-GIP Reclus, La documentation française. 56 pp.
- Chrisman, N.R. (1998): Rethinking Levels of Measurement for Cartography. *Cartography and Geographic Information Science*, 25, 231-242.

- Chrisman, N.R. (2002): *Exploring geographic information systems*. New York. John Wiley & Sons. 298 pp.
- Christian, H., Hansruedi, B. y Lorenz, H. (2008): Proposed Cartographic Design Principles for 3D Maps: A Contribution to an Extended Cartographic Theory. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 43, 175-188.
- Chuvieco Salinero, E. (2008): *Fundamentos de teledetección espacial* Madrid. Rialp, D.L. 586 pp.
- d'Entremont, A. (2001): *Diez temas de demografía*. Madrid. Ediciones Internacionales Universitarias. 230 pp.
- Dangermond, J. (1986): A Classification of software components commonly used in Geographic Information Systems. en Peuquet, D.J. y Marble, D.F. (Eds.), *Introductory readings in Geographic Information Systems* (pp. 30-51). Nueva York. Taylor Francis.
- de Cos Guerra, O. y Reques Velasco, P. (2005): Los cambios en los patrones territoriales de la población española (1900-2001). *Papeles de Economía Española*, 104, 167-193.
- de Man, E.W.H. (2000): Institutionalization of Geographic Information Technologies: Unifying Concept? *Cartography and Geographic Information Science*, 27, 139-152.
- deMers, M.N. (1997): *Fundamentals of Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons. pp.
- deMers, M.N. (2000): *Fundamentals of Geographic Information Systems*. Nueva York. John Wiley & Sons, INC. 498 pp.
- Denègre, J. (2005): *Sémiologie et conception cartographique*. Paris. Lavoisier. 274 pp.
- Dent, B. (1999): *Cartography : thematic map design*. New York. WCB/McGraw-Hill. 417 pp.
- Dorling, D.J. (1995): *A new social atlas of Britain*. Londres. John Wiley. 247 pp.
- Dorling, D.J. y Thomas, B. (2004): *People and Places: A 2001 Census Atlas of the UK*. Londres. The Policy Press. 199 pp.
- Dueker, K.J. (1987a). Geographic Information Systems and Computer-Aided Mapping. In (pp. 383 - 390): Routledge
- Dueker, K.J. (1987b): Geographic Information Systems and Computer-Aided Mapping. *Journal of the American Planning Association*, 53, 383 - 390.
- Ebdon, D. (1982): *Estadística para geógrafos*. Barcelona. Oikos-Tau. 348 pp.

- Ellis, B. (1966): *Basic concepts of measurement*. Londres. Cambridge at the University Press. 220 pp.
- Esping-Andersen, G. (1990): *The Three Worlds of Welfare Capitalism*. Cambridge. Polity Press. 248 pp.
- ESRI® (2003a). Demographic Update Methodology: 2007/2012. White Paper. In (p. 23): ESRI Support Center
- ESRI® (2003b). Map Projections Handbook. White Paper. In (p. 245): ESRI Support Center
- ESRI® (2003c). Working with Geodatabase Topology. White Paper. In (p. 23): ESRI Support Center
- ESRI® (2004a): *ArcGIS 9: Using ArcMap™*. RedLands, CA. ESRI Press, Enviromental Systems Research Institute. 598 pp.
- ESRI® (2004b): *Editing in ArcMap: ArcGIS 9*. RedLands, CA. ESRI Press, Enviromental Systems Research Institute. 508 pp.
- Fearing, F. (1953): Toward a psycological theory of human communication. *Journal of Personality*, 22, 71-78.
- Feria Toribio, J.M. (2004): Problemas de definición de las áreas metropolitanas en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 38, 85-100.
- Flannery, J.J. (1956): *The Graduated Circle: A Description, Analysis and Evaluatio of a Quantitative Map Symbol*. Unpublished Ph.D. Dissertation. Madison. University of Wisconsin, Department of Geography. pp.
- Flannery, J.J. (1971): The Effectiveness of Some Common Graduated Point Symbols in the Presentation of Quantitative Data. *Canadian Cartographer*, 8, 96-109.
- Foresman, T.W. (1998): *The History of Geographic Information Systems*. Upper Saddle River. Prentice Hall PTR. 397 pp.
- Forrest, D. (1999): Developing Rules for Map Design: A Functional Specification for a Cartographic-Design Expert System. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 36, 31-52.
- Frémont, A. y Frémont-Vanacore, A. (1999): *Atlas de France. Volume 1. La France dans le monde*. Paris. GIP RECLUS - La Documentation Française. 128 pp.
- Fridl, J., Bogataj, J. y Ferjan, M. (2001): *National atlas of Slovenia: to the Republic of Slovenia on the tenth anniversary of its independence*. Ljubljana Rokus Publishing House. 191 pp.

- García Ballesteros, A. (1987): Geografía de la Población; del enfoque regional al pluralismo epistemológico. *Teoría y Práctica de la Geografía* (pp. 183-197). Madrid. Alhambra.
- García Ballesteros, A. (2000): La recuperación de la escala local en Geografía de la Población. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, 43, 76-87.
- García Coll, A. (2005): Migraciones interiores y transformaciones territoriales. *Papeles de Economía Española*, 104, 76-91.
- Gardner, S.D. (2005): *Evaluation of the ColorBrewer color schemes for accomodation of map readers with impaired color vision* Tesis doctoral dirigida por Brewer, C.A. en el Department of Geography de la Pennsylvania State University. State College.
- Generalization Commission Workshop, T. (2007): Future of Generalisation and MRDB. *10th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation* Moscu. International Cartographic Association.
- Goerlich Gisbert, F.J., Mas Ivars, M., Azagra Ros, J. y Chorén Rodríguez, P. (2006): *La localización de la población española sobre el territorio: un siglo de cambios. Un estudio basado en series homogéneas (1900-2001)*. Bilbao. Fundación BBVA. 534 pp.
- Gómez Redondo, R. (2005): La mortalidad en España durante la segunda mitad del siglo XX: evolución y cambios. *Papeles de Economía Española*, 104, 37-56.
- Gopal, S. y Woodcock, C. (1994): Theory and Methods for Accuracy Assessment of Thematic Maps Using Fuzzy Sets. *PE&RS*, 60
- Greenberg, M. (1985): Cancer atlases: Uses and limitations. *The Environmentalist*, 5, 187-191.
- Guermond, Y., Bonerandi, E., Cicille, P. y Saint-Julien, T. (2001): *Atlas de France. Volume 14. Territoire et aménagement*. Paris. GIP RECLUS - La Documentation Française. 144 pp.
- Gutierrez Puebla, J. (1985): El comportamiento espacial de la población en sus desplazamientos diarios *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 5, 283-289.
- Gutierrez Puebla, J. (1998): Redes, espacio y tiempo. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 18, 65-86.
- Gutierrez Puebla, J. y Gould, M. (2000): *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid. Editorial Síntesis. 251 pp.
- Gutiérrez Puebla, J., Rodríguez Rodríguez, V. y Santos Preciados, J.M. (1995): *Técnicas cuantitativas : estadísticas básicas*. Barcelona. Oikos-tau. 238 pp.

- Hägerstrand, T. (1973): *Innovation diffusion as a spatial process*. Chicago. University Press. 334 pp.
- Hammond, R. y McCullagh, P. (1980): *Técnicas cuantitativas en geografía*. Madrid. Saltés 375 pp.
- Harris, R., Sleight, P. y Webber, R. (2005): *Geodemographics, GIS and Neighbourhood Targeting*. Chichester, England. John Wiley & Sons, Ltd. pp.
- Harrison, T.R. y Fauci, A.S. (2009): *Principios de medicina interna* Madrid. McGraw-Hill. pp.
- Hourcade, B., Mazurek, H., Papoly Yazdi, M.H. y Taleghani, M. (1998): *Atlas d'Iran* Montpellier / Paris. CNRS-GDR Libergéo / La Documentation française. 192 pp.
- Howard, H.H. (1980): Theory of representation: Three questions. en Kolers, P.A., Wrolstad, M.E. y Bouma, H. (Eds.), *Processing of Visible Language* (pp. 501-505). Nueva York. Plenum Press.
- IGN (2007a): *Atlas de Industria*. Madrid. IGN / CNIG. pp.
- IGN (2007b): *Atlas de Territorio y Actividad Económica. Atlas Nacional de España*. Madrid. IGN / CNIG. pp.
- INE (2003): *Tendencias demográficas durante el siglo XX en España*. Madrid. INE / Universidad de Sevilla. 301 pp.
- Izquierdo Escribano, A. y Carrasco, C. (2005): Flujos, tendencias y signos de instalación de los extranjeros en España. *Papeles de Economía Española*, 104, 92-122.
- Jenks, G.F. y Caspall, F.C. (1971): Error on choroplethic maps: Definition, measurement, reduction. *Annals of the Association of American Geographers*, 61, 217-244.
- Joly, F. (1988): *La cartografía*. Vilassar de Mar, Barcelona Oikos-Tau. 136 pp.
- Jones, C.B., Bundy, G.L. y Ware, M.J. (1995): Map Generalization with a Triangulated Data Structure. *Cartography and Geographic Information Science*, 22, 317-331.
- Karl, D. (1992): Cartographic animation: Potential and research issues. *Cartographic Perspectives*, 13, 3-9.
- Karssen, A.J. (1980): The Artistics Elements in Design. *The Cartographic Journal*, 17, 124-127.
- Keates, J.S. (1989): *Cartographic design and production*. Harlow. Longman Scientific & Technical. pp.
- Keates, J.S. (1996): *Understanding Maps*. Harlow, England. Longman. 334 pp.

- Kenneth, F. (2008): Cartographers Have the User in Mind. *The Cartographic Journal*, 45, 83-83.
- Kermel-Torrès, D. (2004): *Atlas of Thailand: spatial structures and development*. Chiang Mai. Silkworm Books. 209 pp.
- Kilpeläinen, T. (1997): *Multiple representation and generalization of geo-databases for topographic maps*. Ph.D. Dissertation and Technical Publication of the Finnish Geodetic Institute. Helsinki. University of Technology, Finland. pp.
- Kimerling, A.J. (1989): Cartography. en Gaile, G.S. y Willmott, C.J. (Eds.), *Geography in America* (pp. 686-717). Columbus. OH: Merrill.
- Kirkpatrick, R. (2005): *Bateman Contemporary Atlas New Zealand*. Auckland. David Bateman Ltd. 168 pp.
- Koláčny, A. (1969): Cartographic information - A fundamental concept and term in modern cartography. *The Cartographic Journal*, 6, 47-49.
- Kurt, E.B. y Robert, W. (1998): A review and conceptual framework of automated map generalization. *International Journal of Geographical Information Science*, 2, 229-244.
- Labrandero Sanz, J.L. y Martínez Vega, J. (1998): *Sistemas de información geográfica en la planificación ambiental de áreas de montaña*. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Economía y Geografía. 136 pp.
- Laurini, R. y Thompson, D. (1992): *Fundamentals of Spatial Information Systems*. Londres. cademy Press. pp.
- Le Breton, E. (2004): Exclusion et immobilité: la figure de l'insularité. en Orfeuil, J.P. (Ed.), *Transports, pauvretés, exclusions. Pouvoir bouger pour s'en sortir* (pp. 49-73). Paris. l'Aube.
- Le Fur, A. (2000): *Pratiques de la cartographie*. Paris. Armand Colin. 96 pp.
- Le Monde Diplomatique (2002):
- Leal Maldonado, J. (2004): *Informe sobre la situación demográfica en España. 2004*. Barcelona. Fundación Fernando Abril Martorell. 378 pp.
- Legrand, Y. (1968): *Light, Color and Vision*. Londres. Chapman and Hall. 564 pp.
- Li, Z. (2007): *Algorithmic Foundation of Multi-scale Spatial Representation*. Boca Raton, FL. CRC Press. 280 pp.
- Livi-Bacci, M. (1993): *Introducción a la demografía*. Barcelona. Ariel. 475 pp.

- Lo, C.P. y Yeung, A.K.W. (2007): *Concepts and Techniques of Geographic Information Systemas*. New Jersey. Pearson. 532 pp.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. y Rhind, D.W. (2001): *Geographic Information: Systems and Science*. West Sussex. John Wiley & Sons, Ltd. 454 pp.
- Loy, W.G. (2001): *Atlas of Oregon*. Eugene. University of Oregon. 301 pp.
- MacEachren, A.M. (1995): *How Maps Work*. Nueva York. The Guilford Press. 513 pp.
- MacEachren, A.M. y Kraak, M.-J. (2001): Research Challenges in Geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science*, 28, n° 1, 3-12.
- MacEachren, A.M. y MMistrick, T.A. (1992): The role of brightness differences in figure-ground: Is darker figure? *The Cartographic Journal*, 29, 91-100.
- MacEachren, A.M. y Taylor, D.R.F. (1994): *Visualization in modern cartography*. Oxford Pergammon. 345 pp.
- Mackaness, W.A. y Beard, M.K. (1993): Use of Graph Theory to Support Map Generalization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 20, 210-221.
- Mark, W., Christopher, J. y Nathan, T. (2003): Automated map generalization with multiple operators: a simulated annealing approach. *International Journal of Geographical Information Science*, 17, 743-769.
- Martin, A.A. y Patricia, L.B. (2008): Visualizing Ambient Population Data within Census Boundaries: A Dasymetric Mapping Procedure. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 43, 267-275.
- Martín Rodríguez, M. (2006): Julián Alienes, un precursor del análisis shift-share aplicado al análisis económico regional en España. *Revista de estudios regionales*, 75, 237-279.
- McMaster, R.B. y Monmonier, M. (1989): A conceptual framework for quantitative and qualitative raster-mode generalization. *GIS/LIS'89 Proceedings* (pp. 390-403). Orlando
- McMaster, R.B. y Shea, K.S. (1992): *Generalization in Digital Cartography*. Washington, D.C. Association of American Geographers. 74 pp.
- Menno-Jan, K. y Daniël, E.v.d.V. (2007): Understanding Spatiotemporal Patterns: Visual Ordering of Space and Time. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 42, 153-161.
- Miralles-Guasch, C. y Oliver-Frauca, L. (2008): La mobilitat quotidiana a la regió metropolitana de Barcelona *Papers : Regió Metropolitana de Barcelona : Territori, estratègies, planejament.*, 48, 12-27.

- Módenes Cabrerizo, J.A. (2007): Movilidad espacial: uso temporal del territorio y poblaciones vinculadas. *Papers de demografia*, 311, 1-28.
- Monkhouse, F.J. y H.R., W. (1952): Populations Maps and Diagrams. en Monkhouse, F.J. y H.R., W. (Eds.), *Maps and Diagrams* (p. 488). Londres. Methuen.
- Monmonier, M. (1990): Strategies For The Visualization Of Geographic Time-Series Data. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 27, 30-45.
- Monmonier, M. (1991): *How to lie with maps*. Chicago. University of Chicago Press. 207 pp.
- Monmonier, M. (1993): *Mapping it Out: Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago. University of Chicago Press. 301 pp.
- Monmonier, M. (1996): *How to lie with maps*. Chicago. University of Chicago Press. 207 pp.
- Monmonier, M.S. (1982): Flat Laxity, Optimization, And Rounding In The Selection Of Class Intervals. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 19, 16-27.
- Moreno Jiménez, A. (2007): *Sistemas y análisis de la información geográfica : manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. Madrid. Ra-Ma. 928 pp.
- Muehrcke, P.C. (1998): *Map use : reading, analysis, and interpretation* JP Publications. 647 pp.
- Muller, J.-C., Lagrange, J.-P. y Weibel, R. (1995a): *GIS and Generalization*. Taylor & Francis Ltd. pp.
- Muller, J.-C., Lagrange, J.-P. y Weibel, R. (1995b): *GIS and Generalization: Methodology and Practice*. CRC Press. 257 pp.
- NCGIA (1990): pp.
- Nickerson, B.G. y Freeman, H. (1986): Development of a rule-based system for automatic map generalisation. *Proceedings of the Second International Symposium on Spatial Data Handling* (pp. 537-556). Seattle
- Noin, D. (1991): Where is population geography going? *International Geographical Union, Commission on Population Geography*, 44 pp.
- Noin, D. (2005): *Géographie de la population*. Paris. Armand Colin. 280 pp.
- Olson, J.M. y Brewer, C.A. (1997): An evaluation of color selections to accomodate map users with colorvision impairments. *Annals of the Association of American Geographers*, 87, 103-134.

- ONU (2008): *Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses Revision 2*. Nueva York. Department of Economic and Social Affairs, United Nations Publication. 442 pp.
- Ordoñez Galán, C. y Martínez -Alegría López, R. (2003): *Sistemas de Información Geográfica : Aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medio ambientales*. Paracuellos del Jarama (Madrid). Ra-Ma. 227 pp.
- Parkes, D. y Thrift, N. (1980): *Times, spaces, and places: a chronogeographic perspective*. Chichester. John Wiley & Sons. Inc. 527 pp.
- Pérez-Cabello, F. (2002): *Paisajes forestales y fuego en el Prepirineo Occidental oscense. Un modelo regional de reconstrucción ambiental*. . Zaragoza. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. 365 pp.
- Peterson, M.P. (1995): *Interactive and Animated Cartography*. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall. 257 pp.
- Peuquet, D.J. (1994): It's about time: a conceptual framework for the representation of temporal dynamics in Geographic Information Systems. *Annals of the Association of American Geographers*, 84, 441-461.
- Peuquet, D.J. y Marble, D.F. (1990): *Introductory Readings in Geographic Information Systems*. Londres. Taylor and Francis. pp.
- Poidevin, D. (1999): *La carte, moyen d'action: conception, réalisation*. París. Ellipses. 199 pp.
- Pueyo Campos, A. (1993): *Utilización de Cartografía para el análisis y diagnóstico de la localización de equipamientos*. Tesis doctoral dirigida por Calvo Palacios, J.L. en el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- Puyol, R. (2005): La población española en el marco de la Unión Europea. *Papeles de Economía Española*, 104, 2-16.
- Puyol, R., Estébanez, J. y Méndez, R. (1992): *Geografía humana*. Madrid. Cátedra. 727 pp.
- Reganauld, N. y McMaster, R.B. (2007): A Synoptic View of Generalisation Operators. en Mackaness, W.A., Ruas, A. y Sarjakoski, L.T. (Eds.), *Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications* (p. 370). Amsterdam ; Boston. International Cartographic Association por Elsevier.
- Reher, D.-S., Valero Lobo, A. y García Sestafé, J.V. (1995): *Fuentes de información demográfica en España*. Madrid. Centro de Investigaciones Sociológicas. 111 pp.

- Reher, D.-S., Valero Lobo, A. y García Sestafe, J.V. (2005): *Fuentes de información demográfica en España*. Madrid :. Centro de Investigaciones Sociológicas. 137 pp.
- Reques Velasco, P. (2006): *Geodemografía: fundamentos conceptuales y metodológicos*. Santander. Universidad de Cantabria, D.L. 310 pp.
- Rey, V. (2000): *Atlas de la Roumanie*. Montpellier. CNRS-GDR Libergéo et La Documentation française. 252 pp.
- Rhind, D. (1989): Why GIS? *ARC News*, 11, 3, Summer.
- Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimerling, A.J. y Guptill, S.C. (2006): *Elements of Cartography*. Nueva York. John Wiley & Sons. 674 pp.
- Roca, M. (2007): *Software libre : empresa y administración en España y Cataluña*. Barcelona. UOCa. 214 pp.
- Romero González, J. y Farinós i Dasi, J. (2006): *Gobernanza territorial en España*. Valencia. PUV. 431 pp.
- Saint-Julien, T. (1999): *Atlas de France. Volume 10. Services et commerces*. Paris. GIP RECLUS - La Documentation Française. 128 pp.
- Sarjakoski, L.T. (2007): Conceptual Models of Generalization and Multiple Representation. en Mackaness, W.A., Ruas, A. y Sarjakoski, L.T. (Eds.), *Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications* (p. 370). Amsterdam ; Boston. International Cartographic Association por Elsevier.
- Schramm, W. (1954): How communication works. *The Process and Effects of Mass Communication* (pp. 3-26). Urbana. University of Illinois Press.
- Sester, M. (2005): Optimization approaches for generalization and data abstraction. *International Journal of Geographical Information Science*, 19, 871-897.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. (1963): *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana. University of Illinois Press. 125 pp.
- Shea, K.S. y McMaster, R.B. (1989): Cartographic generalization in a digital enviroment: when and how to generalize. *AutoCarto 9* (pp. 56-67). Baltimore.
- Simcowitz, H.J. (1989): Geographic Information Systems: an important technology for transportation planning and operations. *Trasnpotation Research Record*, 1236, 14-22.
- Sivignon, M. (2003): *Atlas de la Grèce*. Montpellier / Paris. CNRS-GDR Libergéo / La Documentation française. 190 pp.

- Sleight, P. (1997): *Targeting Customers: How to Use Geodemographic and Lifestyle Data in your Business*. Henley-on-Thames. NTC Publications. 195 pp.
- Slocum, T.A., McMaster, R.B., Kessler, F.C. y Howard, H.H. (2005): *Thematic cartography and geovisualization*. Upper Saddle River, NJ. Pearson/Prentice Hall,. 518 pp.
- Smits, P.C., Dellepiane, S.G. y Schowengerdt, R.A. (1999): Quality assessment of image classification algorithms for land cover mapping: a review and a practical proposal for a cost-based approach. *International Journal of Remote Sensing*, 20, 1461 - 1486
- Söderberg, J. (2008): *Hacking capitalism : the free and open source software movement*. Nueva York. Routledge. 243 pp.
- Spaccapietra, S., Parent, C. y Vangenot., C. (2000): GIS databases: From multiscale to multirepresentation. en Walsh, B.Y.C.a.T. (Ed.), *SARA 2000, LNAI 186 4* (pp. 57-70). Berlin. Springer-Verlag.
- Stalder, F. (2006): *Manuel Castells : the theory of the network society*. Cambridge, UK. Malden, MA. 255 pp.
- Stallman, R. (2002): *Free software, free society : selected essays of Richard M. Stallman*. Boston. Free Software Foundation. 220 pp.
- Star, J. y Estes, J. (1990): *Geographical Information Systems: An Introduction*. New Jersey. Prentice Hall. pp.
- Stevens, S.S. (1946): On the theory of scales of measurement. *Science*, 103, 677-680.
- Suchan, T.A., M.J. Perry, J.D. Fitzsimmons, A.E. Juhn, A.M. Tait y C.A. Brewer (2007): *Census Atlas of the United States*. Washington DC. U.S. Census Bureau, U.S. Government Printing Office. 302 pp.
- Suchan, T.A., M.J. Perry, J.D. Fitzsimmons, A.E. Juhn, A.M. Tait, y C.A. Brewer, (2008): *Census Atlas of the United States*. Washington DC. U.S. Government Printing Office,. 302 pp.
- Taylor, D.R.F. (2007): The Power of Projections: How Maps Reflect Global Politics and History. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 42, 191-193.
- TCI (1989-1992): *Atlante tematico d'Italia*. Milán. Touring Club Italiano. 1 atlas (4 v.) pp.
- Théry, H. y Aparecida de Mello, N. (2003): *Atlas du Brésil*. Montpellier. CNRS / GDR Libergéo-La Documentation française. 302 pp.
- Thumerelle, P.-J. (1996): *Las Poblaciones Del Mundo*. Madrid. Ediciones Cátedra. 432 pp.

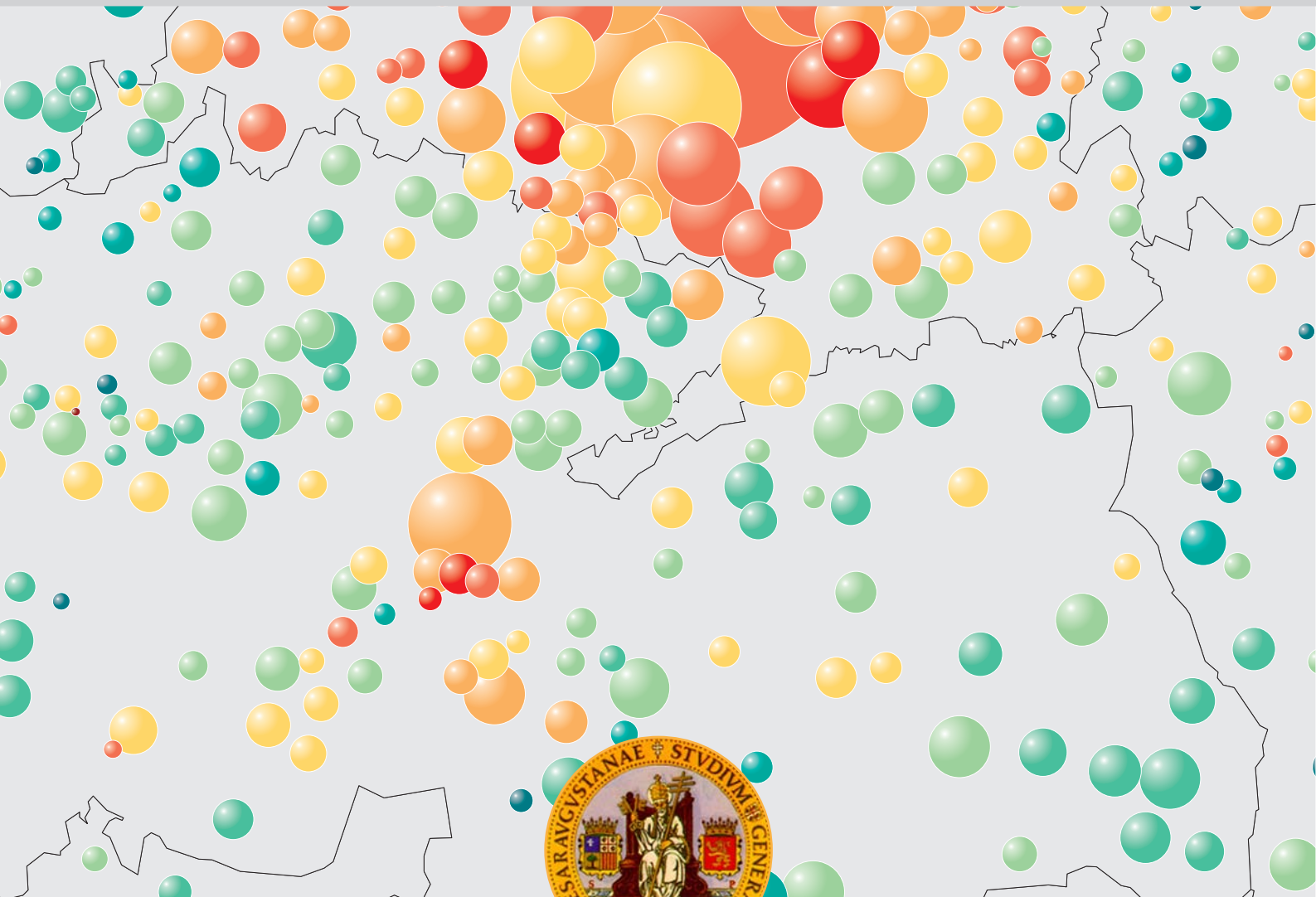
- Tobler, W. (1976): Analytical Cartography. *The American Cartographer*, 3, 21-31.
- Trewartha, G.T. (1969): *A Geography of Population: world patterns* Nueva York. John Wiley and Sons, Inc. 186 pp.
- Vasiliev, I. (1997): Mapping Time. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 34, 1-51.
- Vinuesa Angulo, J.M. (2005): De la población de hecho a la población vinculada. *Cuadernos Geograficos*, 36, 79-90.
- Ware, C. (2004): *Information Visualization: Perception for Design*. San Francisco. Morgan Kaufmann. 486 pp.
- Weibel, R. (1995): Map Generalization in the Context of Digital Systems. *Cartography and Geographic Information Science*, 22, 259-263.
- Weibel, R. (1997). Generalization of Spatial Data: Principles and Selected Algorithms. In, *Algorithmic Foundations of Geographic Information Systems, this book originated from the CISM Advanced School on the Algorithmic Foundations of Geographic Information Systems*: Springer-Verlag
- Westley, B. y McLean, M. (1957): A conceptual model for communication research. *Journalism Quarterly*, 34, 31-38.
- Wood, D. (1993): *The power of maps / by Denis Wood with John Fels*. London :. Routledge. 248 p. ; 222 cm pp.
- Woods, R. (1986): Theory and methodology in population geography. en Pacione, M. (Ed.), *Population Geography: Progress and prospects* (pp. 13-33). Londres. Croom-Helm.
- Wright, J.K. (1942): Map Makers are human. Comments on the subjective in maps. *The Geographical Review*, 32, 8-25.
- Zanin, C.H. y Trémélo, M.L. (2002): *Savoir faire une carte. Aide à la conception et à la réalisation d'une carte thématique universelle*. Paris. Belin. 200 pp.
- Zelinsky, W. (1982): *Introducción a la Geografía de la Población*. Barcelona. Vicens-Vives. 188 pp.

* Nota: Los recursos digitales utilizados se especifican en el DVD adjunto.

Doctoral thesis:

MAPPING POPULATION

English summary



María Zúñiga Antón

**Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Zaragoza
2009**

TABLE OF CONTENTS

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. REVISION AND UPDATING OF BASIC CONCEPTS: DESIGN AND PRODUCTION OF CARTOGRAPHY | 9 |
| 2.1. Cartography and Geographic Information Technologies..... | 11 |
| 2.2. Paradigms in thematic cartography | 13 |
| 2.3. Communication Theory as paradigm in thematic cartography..... | 17 |
| 2.3.1. Basic concepts..... | 18 |
| 2.3.2. Basic concepts related with thematic cartography | 21 |
| 2.4. Design and production process | 27 |
| 2.4.1. Project identification | 31 |
| 2.4.2. Components of cartography..... | 43 |
| 2.4.2.1. Base map..... | 43 |
| 2.4.2.1.1. Typology of base map | 43 |
| 2.4.2.1.2. Base map elements | 48 |
| 2.4.2.1.2.1 Coordinate System | 48 |
| 2.4.2.1.2.2 Scale and representation level..... | 51 |
| 2.4.2.1.3. Edition Process | 59 |
| 2.4.2.1.3.1 Format | 60 |
| 2.4.2.1.3.2 Coordinate System | 60 |
| 2.4.2.1.3.3 Updating | 60 |
| 2.4.2.1.3.4 Names and codes | 60 |
| 2.4.2.1.3.5 Topology | 61 |
| 2.4.2.1.4. Generalization process..... | 64 |
| 2.4.2.1.4.1 Why?..... | 67 |
| 2.4.2.1.4.2 When? | 67 |
| 2.4.2.1.4.3 How? | 69 |
| 2.4.2.2. Thematic data: Real variables | 85 |
| 2.4.2.2.1. Typology of real variables | 88 |
| 2.4.2.2.2. Collecting thematic data | 88 |
| 2.4.2.2.3. Formal analysis and edition process | 90 |
| 2.4.2.2.4. Working with thematic data | 92 |
| 2.4.2.2.5. Digital structures..... | 94 |
| 2.4.3. Cartographic code..... | 94 |

| | |
|--|-----|
| 2.4.3.1. Analysis Sequence: Describing data..... | 96 |
| 2.4.3.2. Decisions Sequence: Cartographic Code tools | 104 |
| 2.4.3.2.1. Cartographic Code tools (Vectorial model)..... | 105 |
| 2.4.3.2.1.1 Implantation | 105 |
| 2.4.3.2.1.2 Visual variables | 107 |
| 2.4.3.2.1.3 Legend | 135 |
| 2.4.3.2.2. Cartographic Code tools (Raster model)..... | 154 |
| 2.4.4. Decision | 159 |
| 2.4.5. Production stage..... | 163 |
| 2.4.5.1. Implementation..... | 164 |
| 2.4.5.1.1. Implementation in Geographic Information Systems..... | 164 |
| 2.4.5.1.2. Adapting GIS to cartographic theory..... | 170 |
| 2.4.6. Design page..... | 179 |
| 2.4.6.1. Map elements..... | 180 |
| 2.4.6.1.1. Frame line | 180 |
| 2.4.6.1.2. Mapped area | 181 |
| 2.4.6.1.3. Inset..... | 181 |
| 2.4.6.1.4. Titles and Subtitles | 182 |
| 2.4.6.1.5. Legend | 182 |
| 2.4.6.1.6. Scale..... | 182 |
| 2.4.6.1.7. Orientation..... | 183 |
| 2.4.6.1.8. Data source | 183 |
| 2.4.6.1.9. Other..... | 183 |
| 2.4.6.2. Typography | 185 |
| 2.4.6.3. Ordering elements | 186 |
| 2.4.6.3.1. Intellectual and visual Hierarchy..... | 186 |
| 2.4.6.3.2. Aesthetic criteria..... | 187 |
| 3. MAPPING POPULATION | 193 |
| 3.1. Geodemography | 193 |
| 3.1.1. Definition and History..... | 194 |
| 3.1.2. Main topics | 196 |
| 3.1.3. New topics..... | 197 |
| 3.2. Mapping population: Cartographic considerations | 199 |
| 3.2.1. Population variables..... | 200 |

| | |
|--|-----|
| 3.2.1.1. Data source | 201 |
| 3.2.1.1.1. Population census | 201 |
| 3.2.1.1.2. Population registers | 204 |
| 3.2.1.2. Demographic data as cartographic variable | 205 |
| 3.2.1.2.1. Population distribution variables | 208 |
| 3.2.1.2.1.1 Real distribution..... | 208 |
| 3.2.1.2.1.2 Potential distribution | 209 |
| 3.2.1.2.1.3 Population change | 215 |
| 3.2.1.2.2. Age, sex and economy variables..... | 216 |
| 3.2.1.2.2.1 Sex:..... | 216 |
| 3.2.1.2.2.2 Age: | 216 |
| 3.2.1.2.2.3 Economy-employment..... | 218 |
| 3.2.1.2.3. The natural movements of population..... | 218 |
| 3.2.1.2.4. Migration variables | 222 |
| 3.2.1.2.5. Functional dynamics variables | 222 |
| 3.2.1.2.6. Quality of life variables | 225 |
| 3.2.1.2.6.1 Education level..... | 226 |
| 3.2.1.2.6.2 Standing..... | 227 |
| 3.2.2. Specific characteristics of the demographic variables which are important in thematic cartography | 228 |
| 3.2.2.1. Use of time | 230 |
| 3.2.2.2. Level of aggregation | 239 |
| 3.2.2.3. Importance of absolute numbers..... | 246 |
| 3.2.3. Using map series..... | 253 |
| 3.2.3.1. Typology of map series | 253 |
| 3.2.3.2. Comparability..... | 255 |
| 3.2.3.3. Advantages and disadvantages..... | 257 |
| 3.2.3.4. Some examples | 261 |
| 3.2.3.4.1. <i>Atlas de la Roumanie</i> , (Rey, 2000)..... | 261 |
| 3.2.3.4.2. <i>Atlas de la Grèce</i> , (Sivignon, 2003) | 263 |
| 3.2.3.4.3. <i>A new social Atlas of Britain</i> , (Dorling, 1995)..... | 266 |
| 3.2.3.4.4. <i>Atlas d'Iran</i> , (Hourcade et al., 1998)..... | 269 |
| 3.2.4. Specifications about the cartographic process and GIS related to population variables | 272 |
| 3.2.4.1. Components of cartography | 272 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.4.1.1. Base map | 272 |
| 3.2.4.1.2. Thematic data..... | 274 |
| 3.2.4.2. Cartographic process..... | 275 |
| 3.2.4.2.1. Cartographic trajectories..... | 278 |
| 3.2.4.2.1.1 Trajectory 6: (Qualitative + Nominal + Polygon + Hue)..... | 278 |
| 3.2.4.2.1.2 Trajectory 18: (Quantitative + Intervals + Polygon + Value)..... | 281 |
| 3.2.4.2.1.3 Trajectories 20/37: (Quantitative + Ratio/Counts + Point + Size)..... | 284 |
| 3.2.4.2.1.4 Trajectory 22 Y 39: (Quantitative + Ratio/Counts + Line + Size)..... | 289 |
| 3.2.4.2.1.5 Trajectory 25: (Quantitative + Ratio + Polygon + Value)..... | 292 |
| 3.2.4.2.1.6 Trajectory 27: (Quantitative + Absolute + Point + Value)..... | 295 |
| 3.2.4.2.1.7 Trajectory 30: (Quantitative + Absolute + Polygon + Value)..... | 298 |
| 3.2.4.2.1.8 Trajectories 23/40: (Quantitative + Ratio/Counts + Line + Value)..... | 300 |
| 3.2.4.2.2. Cartographic Compositions..... | 303 |
| 3.2.4.2.2.1 Cartographic Compositions related to Trajectory 20..... | 305 |
| 3.2.4.2.2.2 Cartographic Compositions related to Trajectory 22..... | 307 |
| 3.2.4.2.2.3 Cartographic Compositions related to Trajectory 15..... | 309 |
| 3.3. Cartographic proposal | 312 |
| 3.3.1. Cartographic proposal: Population distribution..... | 314 |
| 3.3.2. Cartographic proposal: Age, Sex and economy | 316 |
| 3.3.2.1. Cartographic proposal: sex..... | 316 |
| 3.3.2.2. Cartographic proposal: age | 317 |
| 3.3.2.3. Cartographic proposal: age and sex | 318 |
| 3.3.2.4. Cartographic proposal: economy | 318 |
| 3.3.3. Cartographic proposal: The natural movements of population..... | 319 |
| 3.3.4. Cartographic proposal: Migration | 321 |
| 3.3.5. Cartographic proposal: Functional dynamics..... | 323 |
| 3.3.6. Cartographic proposal: Quality of life..... | 324 |
| 3.3.7. Cartographic proposal: Understanding population change..... | 326 |
| 4. DEVELOPING THE CARTOGRAPHIC PROPOSAL: THE SPANISH EXAMPLE | 331 |
| 4.1. Design and production process used..... | 334 |
| 4.1.1. Design stage..... | 334 |
| 4.1.1.1. Identifying the project..... | 334 |
| 4.1.1.1.1. Maps objective | 334 |
| 4.1.1.1.2. List of maps..... | 335 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.1.1.3. Time estimate | 339 |
| 4.1.1.1.4. Reader..... | 339 |
| 4.1.1.1.5. Format | 339 |
| 4.1.1.1.6. Software..... | 339 |
| 4.1.1.1.7. Technical restrictions..... | 339 |
| 4.1.1.2. Components of cartography | 340 |
| 4.1.1.2.1. Base map | 340 |
| 4.1.1.2.1.1 Typology | 340 |
| 4.1.1.2.1.2 Elements | 340 |
| 4.1.1.2.1.3 Edition process..... | 341 |
| 4.1.1.2.2. Thematic data..... | 357 |
| 4.1.1.3. Cartographic code and decision | 358 |
| 4.1.2. Production stage..... | 363 |
| 4.1.2.1. Implementation..... | 363 |
| 4.1.2.2. Map presentation | 364 |
| 4.2. Cartographic characteristics of the proposal..... | 369 |
| 4.2.1. The use of punctual implantation associated with visual variable size | 369 |
| 4.2.1.1. Immigrants by country | 369 |
| 4.2.1.2. A map series: Population..... | 376 |
| 4.2.1.3. No good results: Education level..... | 403 |
| 4.2.2. The use of lineal implantation associated with visual variable size | 407 |
| 4.2.2.1. National Migratory Movement..... | 407 |
| 4.2.3. The use of polygonal implantation..... | 421 |
| 4.2.3.1. Population density..... | 421 |
| 4.2.4. The use of complex compositions which allows the simultaneous view of three real variables by two kinds of implantation | 447 |
| 4.2.4.1. Province scale series: Fecundity | 447 |
| 4.2.4.2. Municipality scale: Economic Activity | 456 |
| 4.2.5. Demographic raster maps | 463 |
| 4.2.5.1. Population potential and population potential change..... | 464 |
| 4.2.6. Series of maps..... | 476 |
| 4.2.6.1. Province scale, sequential and diverging scheme..... | 477 |
| 4.2.6.1.1. Sequential scheme: Weddings Ratio | 478 |
| 4.2.6.1.2. Diverging scheme: Under 15 years, change..... | 485 |

| | |
|--|-----|
| 4.2.6.2. Several representation level: Foreign population..... | 493 |
| 4.2.6.3. Correct use | 504 |
| 4.2.6.3.1. National migration: Emigration, Immigration and balance..... | 504 |
| 4.2.6.3.2. Population change | 516 |
| 4.2.6.4. Possible series, forced series and impossible series..... | 537 |
| 4.2.7. Making use of the cartography's ability of analysis | 542 |
| 4.2.7.1. Looking for pattern | 543 |
| 4.2.7.1.1. Population residing in municipality of birth..... | 543 |
| 4.2.7.1.2. Linked people by residence and employment..... | 549 |
| 4.2.7.1.3. Population density change | 555 |
| 4.2.7.1.4. Complementary trends: Occupation and unemployment ratio | 560 |
| 4.2.7.1.5. Joint comment | 569 |
| 4.2.7.2. Looking for correlation, efficacy of double axis legend | 571 |
| 4.2.7.2.1. Connection Sex Ratio - 65 and Older | 572 |
| 4.2.7.2.2. Connection population change - Standing | 578 |
| 4.2.7.2.3. Demographic dynamic | 584 |
| 5. CONCLUSIONS | 601 |
| 6. BIBLIOGRAPHY | 609 |
| APPENDIX | DVD |

Following the general index, the summary is presented.

CHAPTER 1: INTRODUCTION

This thesis focuses on mapping variables related to population, since we understand they guide relevant territorial processes in terms of space management. It is especially important the study of people, their distribution in the territory as well as the analysis of their members and behaviors that generate functional differences in the spaces they occupy.

It is considered of especial importance the fact of adapting the cartographic process to the thematic contents. Therefore, although general theories are valid to achieve the correct mapping of any real variable, it is convenient to deepen into the specific characteristics that will enable more efficient map making.

Current geography was marked long ago by the emergence of Geographic Information Systems and previously by other applications that enable the management of georeferenced information; so the possibility of mapping, even without knowing the basis of cartography, are nowadays within reach of a greater number of professionals.

Together with these two mentioned aspects that determine today's cartography there is a third aspect that has to be considered: the obvious changes in demographic and territorial level along the 20th and 21st centuries. Nowadays cartography has the task to adapt itself to these new realities, looking from a longitudinal way, incorporating not only the space component required to explain the geodemographic phenomena, but also the temporary.

This thesis emerges linked to the concern that these three issues (the need for adaptation of the mapping process to thematic content, the existence of applications that facilitate mapping, and demographic changes occurring in recent times) have determined the cartographic processes so much that it is necessary to redefine the parameters and especially to adjust the specific characteristics of the variables that are being represent, in this case related to population.

Thus, the first part of this work is focused on deepening into the mapping process. It is worth noting the clear distinction of two methodologically different parts: the cartographic design and the production stage. Next chapter tries to describe demographic variables and their cartographic characteristics. This chapter also studies the main cartographic trajectories and compositions which are used in Geodemography and presents a cartographic proposal for any variable. Once the cartographic encoding proposal for each variable is done, it is

validated with respect to the Spanish territory developing the entire mapping process (4th chapter).

CHAPTER 2: REVISION AND UPDATING OF BASIC CONCEPTS: DESIGN AND PRODUCTION OF CARTOGRAPHY

This thesis focuses on describing the design and development phases of thematic cartography, adapting the classical theories to the possibilities that Geographic Information Technologies can offer, in order to apply it to a series of demographic variables; obtaining a proposal that could be used as a key tool in the analysis of these variables for the decision making on Spatial Management.

The purpose of this chapter is to develop conveniently the theoretical framework of the process to achieve this task, by understanding the mapping process within the paradigm of the Theory of Communication (Berlo, 1987; Koláčný, 1969).

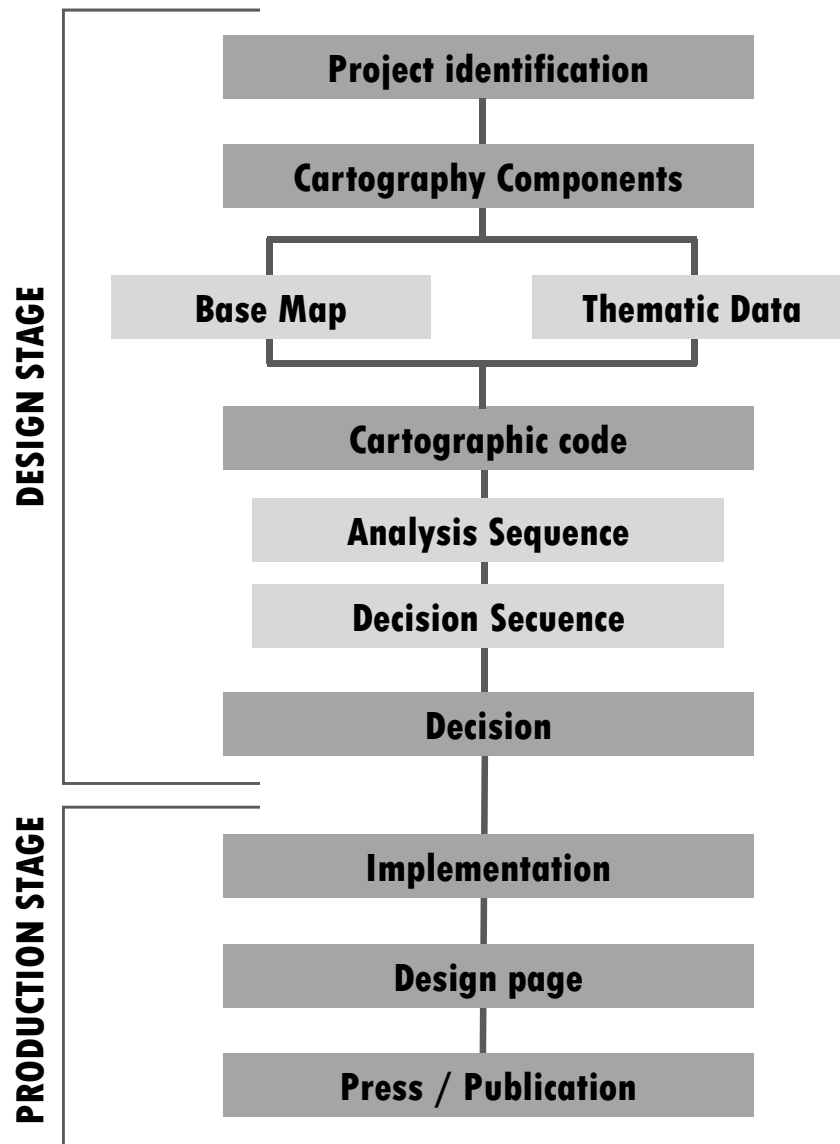
The proposed working model consists of two phases: The design phase and processing phase (See figure next page).

A first phase, that corresponds with the general framework of the design phase, is the phase in which the source, in other words the geographer, selects geographic information to be transmitted, interprets it according to his skills and external factors that surround him and prepares various sketches.

This **DESIGN STAGE** is divided into four sub-stages:

1) PROJECT IDENTIFICATION: It is necessary to think deeply about the real variables to represent and to define precisely the objectives to be achieved. A map can not simply be an overlap of concepts, but should resemble a set of ideas that have been correctly linked. There is a need to prioritize one over another, distinguishing the main ones from the secondary ones.

Another aspect to be clarified in this first phase of project identification is the final user of the map, the receiver of the message. It is also important to consider the time and effort that the whole process of completing a map can take, and to determine the final support, being the material on which the cartography will be displayed. The most basic classification that can be made is between paper and digital media.



Finally, we should take into account a number of technical limitations and constraints. Usually they are due to the equipment used, either because of the power of the computer memory or the graphic characteristics of the hardware; but can also appear depending the type of software being used for mapping: either a Automated mapping software (Computer-assisted mapping software), GIS (Geographic Information System) or a computer graphics software.

2) COMPONENTS OF THE CARTOGRAPHY: This second stage is focused on search, analysis and treatment of the two basic components of any map: the base map and thematic data.

2.1) Base Map: Speaking in GIS terms, the spatial base corresponds to the layer, empty of thematic content that represents the boundaries of the regions or geographical phenomena. In general a project can obtain the base map in two ways: Creating a base map from scratch or using pre-existing bases coming from National Mapping Agencies (ANM).

Under the thematic cartography two main types of bases are recognized. They correspond to what, in terms of GIS, are known as the basic data models: Raster and Vectorial Models. The choice of either of them directly depends on the objectives of the project, the data compilation and software to use.

The next step is to fix parameters related to the spatial base: the projection system to be used on the map, the scale of work and *the degree of aggregation* of objects. The last two concepts are linked to the resolution of the base, which connects with the term MRDB (Multi-resolution database): storage of several cartographic bases in a single database. Each of those bases shows a different level of resolution and is usable at different scales. The effort to adapt the work scale to the specific problem of each situation is clearly of vital importance to achieve optimal results.

Once the base characteristics are known and possible errors or inaccuracies have been recorded, the task is focusing on its edition to achieve the highest possible adaptation to the objectives defined in the project identification.

When it comes to databases created with generic purposes or for other projects, one of the aspects that does not usually share objectives match between the base to reuse and the actual project is the scale. The process of setting a map base on a smaller scale is known as

generalization and can be defined as *the sequence of operations needed to reduce the information in a map, due mainly to a change of scale, but also to the modification of the final map goal, the audience goal or technical limitations.*

The generalization process is divided into three main components that respond to three key questions: Why generalize, when and how to do it. It is necessary to generalize a spatial base because switching to a smaller scale or a change in the objectives could generate an incorrect view of cartography. The differences between the initial and final scale will determine the degree of generalization to be applied. It is appropriate to generalize a base when the projection of the spatial scale using the scale required by the project generates conflicts. Having identified the conflicts arising from the change of scale the solution comes by editing the map base. There are two main steps: Selection and generalization itself. A third step can be added in which the process quality is controlled and improved. The generalization is done through basic operations, as part of this thesis it has been chosen to group them according to the nature of the changes in the map base, so you can have a structural or symbolic criteria.

Structural changes have the following characteristics:

- The main objective is to manage the information so as to maintain the maximum possible spatial information, reducing the level of detail presented.
- The editing affects the basic structure of digitalization of each item, meaning it is produced at nodes and arcs level.
- The edition does not produce different geometric elements.
- The result is the process is a base in which its complexity has been reduced in the same way that there is less amount of information represented; the basic structure of digitalization is composed by a smaller number of nodes.
- The final result does not lose localization accuracy.
- The application is global; always applied to the entire layer.

On the other hand the symbolic changes are characterized by:

- The main objective is to achieve an optimal viewing, prioritizing this over the spatial accuracy.
- The process can produce a layer of different geometric elements.
- Edition does not have to affect the basic structure of digitalization of each item.

- The application process can be global or local, applied only to specific objects.
- Symbolic resources are used to achieve correct display.

2.2) Thematic Data: This phase thematic data is selected and obtained prior to processing and editing so that they can be implemented into a digital structure that permits it link with the base map.

3) CARTOGRAPHIC CODE: Every element of the cartographic codification is going to be described. Two main groups of work are recognized: firstly, the analysis sequence of the thematic data developing a data description and secondly, a decision sequence searching the different possibilities of the cartographic representation through the use of the encoding tools. This is because the cartographic language does not offer an unique correct option but many of them from which the best one must be chosen.

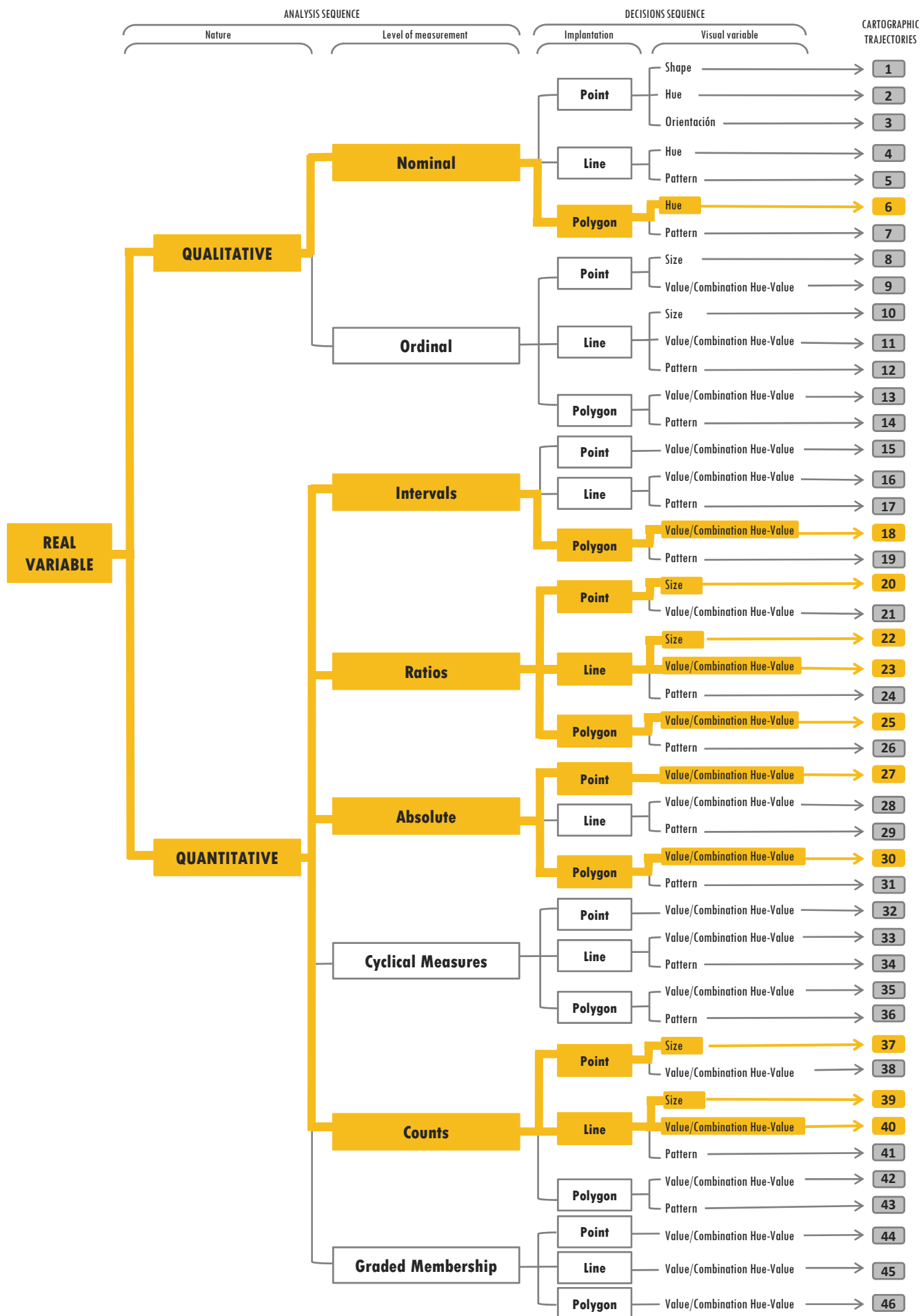
3.1) Analysis Sequence: Data description; The information can be qualitative or quantitative and this last one can be continuous or discrete. The other obligatory characterization is composed by the so-called levels or scales of measurement: Nominal, Ordinal, Interval, Ratio, Absolute Scales, Cyclical Measures, Counts and Graded Membership in Categories.

3.2) Decision Sequence: Encoding Tools: The decisions about how to encode specific thematic information consists of establishing the type of implantation which will be used, the visual variables and the color scheme.

Some additional issues must be considered:

- The combined use of visual variables which can be realized by superimposition or by combination.
- The fact that it is not correct the use of all the types of implantations combined with all of the visual variables.
- The built of the legend means not only the methods of data classification but also the selection of the color scheme.

The main elements (data nature, levels of measurement, implantation and visual variables) can be combined generating the cartographic trajectories. The combination of these trajectories gives rise to the cartographic compositions. (See diagrams next pages).



| ANALYSIS SEQUENCE | | DECISIONES SEQUENCE | | | Composition |
|-------------------|----------------------|---------------------|-----------------|------------|-------------|
| Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | Trajectory | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | A |
| QUALITATIVE | Nominal | Point | Hue | 2 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | B |
| QUANTITATIVE | Absolute | Point | Value | 27 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | C |
| QUANTITATIVE | Absolute | Point | Value | 27 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Polygon | Value | 25 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | D |
| QUANTITATIVE | Absolute | Point | Value | 27 | |
| QUALITATIVE | Nominal | Polygon | Hue | 6 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | E |
| QUANTITATIVE | Absolute | Point | Value | 27 | |
| QUANTITATIVE | Intervals | Polygon | Value | 18 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | F |
| QUANTITATIVE | Absolute | Point | Value | 27 | |
| QUANTITATIVE | Absolute | Polygon | Value | 30 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Line | Size | 22 | G |
| QUALITATIVE | Nominal | Line | Hue | 4 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Line | Size | 22 | H |
| QUANTITATIVE | Counts | Line | Value | 40 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Line | Size | 22 | I |
| QUANTITATIVE | Absolute | Line | Value | 28 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | J |
| QUANTITATIVE | Absolute/Intervals | Point | Value | 27/15 | |
| QUANTITATIVE | Absolute/Intervals | Point | Value | 27/15 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | K |
| QUALITATIVE | Nominal | Point | Hue | 2 | |
| QUANTITATIVE | Absolute | Point | Value | 27 | |
| QUANTITATIVE | Intervals | Point | Value | 15 | L |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Value | 21 | M |
| QUANTITATIVE | Ratios | Point | Size | 20 | |

4) DECISION MAKING: Once the possible proposals of cartographic encoding are designed it is needed to select the one which better adapts to the project requirements. This can be done under two different approaches:

- **Semiotic:** it is an objective representation of the information. A map made from the semiotic approach gives more importance to the entities in which the values of the real variable are higher increasing their visibility with higher size, more saturated colors or with more perceptible shapes.
- **Semiology:** in this approach implies the intention of the author to offer its vision of the reality which want to map. This intention depends on its way of thinking or feeling.

The proposed sequence of work continues with the **PRODUCTION STAGE** of the cartography. This phase is characterized by the application of the decisions made in the design phase to develop the real project. It is divided in three sub-phases:

1) Implementation: The adaptation between the theoretically conceived map and the real technical possibilities of its production it is not always an immediate process and requires a previous knowledge of the graphical semiology and a fluid use of the specific software applied.

Most of the informatic systems which have symbolization tools are structured basing on the so-called types of maps which can be summarized in the following groups: Categories, choropleths, proportional or graduated symbols, charts, dot density or Multiple Attributes. In general, these softwares are still far from including modules capable of using all the possibilities that offers the cartographic theory. This is probably because the conception of these tools is not based in the concept of the visual variable which, although basic in the cartographic language, it is a concept totally unknown in the GIS environment. This thesis offers a proposal of how a person who has studied in a theoretical way the Graphic Semiology would expect to be the cartographic tools of a GIS. It presents how an adaptation of the simbology modules of a GIS could be adaptated to the theory of the cartographic language.

2) Design page: The final document must present in an adequate way all the necessary elements for a correct and efective decodification. Here are included the elements which are

part of the map; legend, north, scale, title, texts..., the correct typographic treatment and the geographer's ability to compose the elements in an aesthetic way.

3) Press and publication: Once the map is finished it is proceeded to its printing if it is analogical or to its publication on the internet or any other system if it is a digital cartography. It is not considered necessary to deepen in this phase because it is far from the geographer's work and it corresponds to other experts.

CHAPTER 3: MAPPING POPULATION

This Chapter will show a brief explanation of the Geodemography and the different variables that integrate this science as well as their main characteristics related to thematic cartography. Afterwards we will keep on showing the trajectories and cartographic compositions more used in Geodemographic cartography and making a full map proposal.

Geodemography is the analysis of people considering the place where they live. The main variables can be grouped in 6 general topics:

- (1) Population Distribution
- (2) Age, Sex and Economy
- (3) The natural movements of population
- (4) Migration
- (5) Functionality
- (6) Quality of life

The geographer has to choose carefully the variables to map in order to obtain an efficient characterization of the region. For that, the decision is taking according to some criteria:

- **Significance:** Overall, it is required to found variables with the capacity to be representative of the demographic situation.
- **Easy to read**
- **Implantation Grade:** There are some variables whose use has been widely accepted and guarantee the comparability.
- **Data availability:** Thematic data choice is determined by thematic data divulgated by official sources.
- **Consensus:** It is necessary to find a balance between the previous aspects.

Below it is exposed a list of variables whose cartographic representation is considered suitable in relation with every thematic area:

- **Population distribution**

- Population
- Population Change
- Population Change (percent)
- Population Change (absolute)
- Population Density
- Population Density Change
- Demographic weight
- Population potential
- Population potential change
- Demographic Dynamic

- **Age, sex and economy**

- Sex Ratio
- Under 15 years
- Under 25 years
- 65 and Older
- Under 15 years, change
- 65 and Older, Change
- Veyret-Vernet Ratio
- Dependency Ratio
- Youth Dependency Ratio
- Older Population Dependency Ratio
- Connection Sex Ratio - 65 and Older
- Activity Ratio
- Occupation Ratio
- Unemployment Ratio
- Labor force employed in Services

- **The natural movements of population**

- Birthrate

- Life expectancy
- Mortality
- Median Age
- Natural Change
- Infant mortality rate
- Median Maternity Age
- Born people
- 15-49 women
- Fecundity
- Women
- Child-to-woman Ratio
- No married-woman child
- Weddings Ratio
- Marital Status

- **Migration**

- National Emigration
- National Immigration
- National Migratory Balance
- Migratory movement
- Population residing in Municipality of birth
- Spanish people in the world
- Foreign people
- Foreign people by continent
- Foreign people by country

- **Functional dynamics**

- Linked people Ratio
- Linked people by residence and employment
- Linked people by employment
- Linked people by Second House
- Commuters of 30 minutes or less
- Commuters of one hour or more

- **Quality of life**

- Standing
- Number of vehicles by family
- Number of families
- Second house by family
- Education level
- Pre-obligatory studies
- Post-obligatory studies

This Doctoral Thesis is mainly focused on the searching of the best cartographic solutions which would allow the visualization of demographic data. For that, we will focus on describing the main characteristics that can condition their encoding: a wide time range; the possibility of work in different levels of aggregation; and the importance of the absolute values.

1. Using time as a variable

In order to explain the reality, the Geography of the Population should be engaged with the analysis of the processes and with the analysis of the facts. This requires the consideration of the time factor.

Ren Vasiliev affirms that this factor can be treated in different ways in the frame of the Geography: moments, periods, standard time, time as distance and distance measured in time.

Assuming this distinction we need to mention some considerations regarding its adaptation to the mapping of Geography of the Populations. The two first ways are the most widely spread although the time as distance can also be applied in the study of potentials of population. In any case, before going into more details, it needs to be mentioned that in Geography, in general, and not only in Geodemography, time is assumed as an absolute temporal line along which the events happen. In Geography of the Population some of the phenomena happen in a continuous way and others in a discrete way. That is why the applied conception of the cartography also has these two approaches: the distribution of the population is permanent in time and space, its cartographic representation can select different moments to realize a “photograph” which reflects the situation in a specific moment, which

basically consists on realizing maps of the same area and real variable in different dates (Muehrcke, 1998) and, on the other hand, it is possible to select a period of time showing the evolution, which would be a clear case of continuous treatment of the time.

On the other hand it could appear phenomena of discrete character such as great migratory movements or the Baby-boom which are produced during a period of time whose start and end are well-defined. They are temporal phenomena that require for its representation a delimitation of the time.

In the field of the Demography the wide sequence of time in which the information has been collected, every time more exhaustively, offers to the geographer bases of data of big magnitude. This affects to the two components of the cartography: base map and thematic data. Related to the first one the time can affects to the modification of the characteristics of the administrative unities represented. In both cases the cartographic options are two.

- To warn to the reader that the bases compared are not exactly equal and to show the differences that characterize them or,
- To realize a homogeneization process of the spatial and thematical base, so that it adopts the territorial configuration of the most recent year.

The representation of the time can be realized by different ways, one of them is the elaboration of maps of the same variable for different dates and the other logical option is the use of periods in which will be presented the mean values or the evolution.

2. The work to different levels of aggregation

The basic unity to collect demographic data would have to be the individual, allowing the grouping of information at different levels. This has a clear consequence regarding the cartographic process: the need of having base maps to every scale for which we have information. The possibility of working at different scales allows a progressive deepening in the study of the represented variable.

It is advisable to work in the frame of the GIS environment with systems based on database with capacity to store multi-resolution data (MRDB), allowing the establishment of relationships between layers. The ideal situation would be configured with layers that represent the territory at different scales and that these layers could also be automatically updated.

It is evident that the representations at any scale must not be undervalued. Every scale has its utility related to different visualization objectives. National or regional scale studies will be interested in the big trends; whereas in the local scale the small things can be the reason of the intervention. It is convenient to adapt the scale of work to the problem exposed.

3. The importance of the absolute values

The mapping of variables in absolute values has been traditionally abandoned because it generates documents with a more complex design, implementation and reading. The reasons of the value of this kind of representations are related to its capacity to anchor the cartography with the territorial reality and to create a context that completes the reading of the maps. It has to be considered that in Geography the reference spatial frames are the administrative limits but it is also important to reflect the reference thematic frames.

The visual variable which allows an optimal representation of absolute values is size, thanks to the quantitative property which allows it to express order in terms of quantity or proportions. Sometimes the symbol measurement proportional to surface does not generate satisfactory results. This is because the high number of entities with a wide range of demographic values generates an excess of thematic symbols. In these cases some cartographic solutions can be used:

1) The use of double limit legends: This kind of legends determines the size for the smallest element and for the biggest one, so the rest are calculated by interpolation. In this way the smallest object in the map will not be too small, and the biggest one will not be excessive.

2) The use of three-dimensional symbols: With proportional circles areas are scaled to the square root of the data, but three dimensional symbols have their volumes scaled to the cube root of the data. The result is that the necessary range of symbol sizes is reduced. Greater data ranges can thus be handled on the map when spherical symbols are used. Less crowding of symbols also results, because the areas covered by symbols are reduced. A consequence of this solution is that smaller objects seem more important than reality.

USING MAPS IN SERIES

Cartographic series are a concrete way to organize two or more maps where the

independent reading improves if it is done in a joint frame. Design and production of map series is one of the more complicated and complex aspects in map design due to maps which belong to a series should share common elements (legend, scale...) and, at the same time, they should be meaningful by themselves.

Characteristics of demographic data favor the use of maps in series because they allow the comparison of a big amount of information; it is linked with evolutionary analysis, which are very common in geodemographic studies.

Common elements which turn a group of maps into a map series can be considered as its structure. They define the different type of series: Los elementos comunes que convierten un grupo de mapas en una serie pueden considerarse sus ejes estructurantes, en base a ellos se definen las distintas formas de componer las series cartográficas en las que los mapas:

TYPE 1) Maps represent one variable in different dates. This is the easiest option; the use of temporal sequences can divide this type into two: Static series where maps use one variable in one date, and Dynamic series where maps represent the change between two moments.

TYPE 2) Maps represent one variable in different levels of aggregation. Common elements are the real variable and the date. Design of type 2 series is more complicated due to the following reasons: It requires the possession of base map at any level of aggregation; it is not easy to create a full common legend because the data range of detail scales will be greater and scales could not be the same.

TYPE 3) Maps represent the components of one variable in one date. This type facilitates the understanding of variables which are composed by several components. Some examples: Migratory balance (Emigration and Immigration) or Marital Status (Married, single, divorced, widower/widow). Main problem is related to the legend design because the different components data distribution is not usually homogeneous.

TYPE 4) Maps represent one variable in different dates and levels of aggregation. This type combines type 1 and 2. Its use is less common due to its complex reading although it has great power of synthesis.

Basic need of series of maps lies in the possibility of a joint reading. The crucial element

is the legend; using the same legend is not always possible but it will have to keep the comparability between maps at elemental level.

The ideal legend would allow a perfect comparison between maps, but sometimes intermediate solutions can be enough.

The amount of time and effort an person needs to design this kind of legend is very high so the geographer has to be sure about the joint reading is better than the individual one. Some series of maps has so forced legends than their use has no advantages.

ADAPTING THE CARTOGRAPHIC PROCESS TO GEODEMOGRAPHY

Although this section is longer, this summary will focus on identifying and describing cartographic trajectories and compositions whose use is more usual in Geodemography (See diagram in the following page).

Cartographic trajectories:

- **TRAJECTORY 6:** They are choropleth maps which use qualitative data. Their best option is the use of hue because it allows a easy and intuitive reading.
- **TRAJECTORY 18:** They are choropleth maps which use quantitative data (Intervals level of measurement). In Population Geography it refers to Ratio and Rate that are not expresed in percentages. They are usual in variables relate to age (Population average age, life expectancy...)
- **TRAJECTORIES 20 AND 37:** They are punctual representations which vary by size, are the best option for quantitative and absolute variables. Symbol size varies from place to place in proportion to the quantities it represents. These trajectories allow an intuitive reading.
- **TRAJECTORIES 22 AND 39:** They are lineal representations which vary by size. These maps are useful to represent migration or functional movements as number of commuters.
- **TRAJECTORY 25:** These maps represent variables measure in ratio level of measurement, so it is possible to obtain a density. They are the only correct way to represent variables directly on polygons.

- **TRAJECTORY 27:** In Geodemography there are point maps which are related to variables in percentages, which are the majority (Birthrate, Sex ratio, Population Change, Youth ratio...). The use of points only is not widespread.
- **TRAJECTORY 30:** They are choropleth maps which represent variables in percentages. Their use is very common due to their easy production and reading.
- **TRAJECTORIES 23 AND 40:** Value and value-hue combination facilitate an organization into a hierarchy which is useful to represent functional relations or identify the importance of migratory movements.

Cartographic Compositions:

- **COMPOSITION BASED ON TRAJECTORY 20:** The trajectory 20 allows to create a thematic reference frame (points graduated by size). The reader can deduce conclusions based on a closer to the territory context. The use of points whose size varies in proportion to the variable allows the utilization of a second variable which adds information. They are synthesis documents. The aim is making maps where each symbol has a double coding: by one hand the size which talks about the number of people referred and by other hand the description based on the main variable which uses the color (value or hue). There are a visual hierarchy, the reader sees the color first and the size second.
- **COMPOSITION BASED ON TRAJECTORY 22:** The description of their possibilities is linked to previous comment (trajectory 20) due to the only difference lies in the kind of implantation. Cartographic compositions based on trajectory 22 are very common in combination with nominal data (Composition G), counts data (Composition H), or absolute data (Composition I). All of them combine a meaningful presentation with an easy reading.
- **COMPOSITION BASED ON TRAJECTORY 15:** The use of this kind of composition allows to discover relationships and trends which are impossible to see in the study of tables. Besides it makes possible the shift-share analysis, which is a very useful tool in the geodemographic study of a region.

Finally a cartographic proposal which develops the mapping of any important demographic variable will be exposed (titles and numbers of original table of contents are kept).

1.1.1. Cartographic proposal: Population distribution

| POPULATION | | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|-----------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | - |

| POPULATION CHANGE | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| POPULATION CHANGE (PERCENT AND ABSOLUTE) | | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Population Change (percent) | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population Change (absolute) | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| POPULATION DENSITY | | | | | | |
|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Population Density | Quantitative | Ratio | Polygon | Value / Value-Hue | 25 | - |

| POPULATION DENSITY CHANGE | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Population Density Change | Quantitative | Ratio | Polygon | Value / Value-Hue | 25 | - |

| DEMOGRAPHIC WEIGHT | | | | | | |
|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Demographic weight | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| POPULATION POTENTIAL | | | | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | - | Visual variable | | |
| Population potential | Quantitative | Interval | RASTER | Value / Value-Hue | 18 | - |

| POPULATION POTENTIAL CHANGE | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | - | Visual variable | | |
| Population potential change | Quantitative | Interval | RASTER | Value / Value-Hue | 18 | - |

| DEMOGRAPHIC DYNAMYC | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Deducible potential population change | Quantitative | Interval | Point | Value / Value-Hue | 15 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

1.1.2. Cartographic proposal: Age, sex and economy

1.1.2.1. Cartographic proposal: Sex

| SEX RATIO | | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Sex Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

1.1.2.2. Cartographic proposal: Age

| UNDER 15 YEARS | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Under 15 years | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| UNDER 25 YEARS | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Under 25 years | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| 65 AND OLDER | | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| 65 and Older | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| UNDER 15 YEARS, CHANGE | | | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Under 15 years, change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| 65 AND OLDER, CHANGE | | | | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| 65 and Older, Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| VEYRET-VERNET RATIO | | | | | | |
|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Veyret-Vernet Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| DEPENDENCY RATIO | | | | | | |
|------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Dependency Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| YOUTH DEPENDENCY RATIO | | | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Youth Dependency Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| OLDER POPULATION DEPENDENCY RATIO | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Older Population Dependency Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

1.1.2.3. Cartographic proposal: Age and sex

| CONNECTION SEX RATIO - 65 AND OLDER | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Sex Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Hue | 27 | J |
| 65 and Older | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

1.1.2.4. Propuesta cartográfica: estructura económico-laboral

| ACTIVITY RATIO | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Activity Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| OCCUPATION RATIO | | | | | | |
|------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Occupation Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| UNEMPLOYMENT RATIO | | | | | | |
|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Unemployment Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| LABOR FORCE EMPLOYED IN SERVICES | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Labor force employed in Services | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | D |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |
| Main sector (except Services) | Qualitative | Nominal | Polygon | Hue | 6 | |

1.1.3. Cartographic proposal: The natural movements of population

| BIRTHRATE | | | | | | |
|-----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Birthrate | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | E |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |
| Life expectancy | Quantitative | Interval | Polygon | Value / Value-Hue | 18 | |

| MORTALITY | | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Mortality | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | E |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |
| Median Age | Quantitative | Interval | Polygon | Value / Value-Hue | 18 | |

| NATURAL CHANGE | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Natural Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| INFANT MORTALITY RATE | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Infant mortality rate | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | E |
| Born people | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |
| Median Maternity Age | Quantitative | Interval | Polygon | Value / Value-Hue | 18 | |

| 15-45 WOMEN | | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| 15-49 women | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Women | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| FECUNDITY | | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Fecundity | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | F |
| Women | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |
| 15-49 women | Quantitative | Absolute | Polygon | Value / Value-Hue | 30 | |

| CHILD-TO-WOMAN RATIO | | | | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Child-to-woman Ratio | Quantitative | Interval | Point | Value / Value-Hue | 15 | L |
| Women | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| NO MARRIED-WOMAN CHILD | | | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| No married-woman child | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Born people | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| WEDDINGS RATIO | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Weddings Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| MARITAL STATUS | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Marital Status | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

1.1.4. Cartographic proposal: Migration

| NATIONAL EMIGRATION | | | | | | |
|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| National Emigration | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| NATIONAL IMMIGRATION | | | | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| National Immigration | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| NATIONAL MIGRATORY BALANCE | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| National Migratory Balance | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| NATIONAL MIGRATORY MOVEMENT | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-----------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Migratory movement | Quantitative | Ratio | Line | Size | 22 | - |

| POPULATION RESIDING IN MUNICIPALITY OF BIRTH | | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Population residing in municipality of birth | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| SPANISH PEOPLE AROUND THE WORLD | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-----------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Spanish people in the world | Quantitative | Recuento | Point | Size | 37 | - |

| FOREIGN PEOPLE | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Foreign people | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| FOREIGN PEOPLE BY CONTINENT | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Foreign people by continent | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| FOREIGN PEOPLE BY COUNTRY | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-----------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Foreign people by country | Quantitative | Recuento | Point | Size | 37 | - |

1.1.5. Cartographic proposal: Functional dynamics

| LINKED PEOPLE RATIO | | | | | | |
|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Linked people Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| LINKED PEOPLE BY RESIDENCE AND EMPLOYMENT | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Linked people by residence and employment | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| LINKED PEOPLE BY EMPLOYMENT | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Linked people by employment | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| LINKED PEOPLE BY SECOND HOUSE | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Nature | Level of measurement | | |
| Linked people by Second House | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| COMMUTERS OF 30 MINUTES OR LESS | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Nature | Level of measurement | | |
| Commuters of 30 minutes or less | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| COMMUTERS OF ONE HOUR OR MORE | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Commuters of one hour or more | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

1.1.6. Cartographic proposal: Quality of life

| STANDING | | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Standing | Quantitative | Interval | Point | Value / Value-Hue | 15 | L |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| NUMBER OF VEHICLES BY FAMILY | | | | | | |
|------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Number of vehicles by family | Quantitative | Ratio | Point | Value / Value-Hue | 21 | M |
| Number of families | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| SECOND HOUSE BY FAMILY | | | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Second house by family | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| Number of families | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| EDUCATION LEVEL (GROUP 30-39) | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Education level | Quantitative | Interval | Point | Value / Value-Hue | 15 | L |
| People (30-39 years) | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| PRE-OBLIGATORY STUDIES | | | | | | |
|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Pre-obligatory studies | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| People (0-3 years) | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| POST-OBLIGATORY STUDIES | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Post-obligatory studies | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | B |
| People (16-25 years) | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

1.1.7. Cartographic proposal: Understanding Population change

| Connection Population Change - Sex Ratio | | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Sex Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| Connection Population Change - Youth Ratio | | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Youth Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| Connection Population Change - Youth Dependency Ratio | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Youth Dependency Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| Connection Population Change - 65 and Older | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| 65 and Older | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| Connection Population Change - Linked people | | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Linked people | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| Connection Population Change - Occupation Ratio | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Occupation Ratio | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| Connection Population Change - Labor force employed in Services | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Labor force employed in Services | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

| Connection Population Change - Standing | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|-------------|
| Real variable | Analysis Sequence | | Decisions Sequence | | Trajectory | Composition |
| | Nature | Level of measurement | Implantation | Visual variable | | |
| Standing | Quantitative | Interval | Point | Value / Value-Hue | 27 | J |
| Population Change | Quantitative | Absolute | Point | Value / Value-Hue | 27 | |
| Population | Quantitative | Ratio | Point | Size | 20 | |

CHAPTER 4: DEVELOPING THE CARTOGRAPHIC PROPOSAL: THE SPANISH EXAMPLE

This chapter describes the design and production process which was executed to develop the cartographic proposal, in order to make easier the reading the titles and numbers of pages have been kept.

4.1. Design and production process used334

4.1.1. Design stage334

4.1.1.1. Identifying the project334

4.1.1.1.1. Maps objective334

To present, in an objective way, the geodemographic Spanish reality facilitating the analysis and obtaining of conclusions related to spatial distribution, sex, age, economy, migration, natural movements, functional aspects and quality of life.

4.1.1.1.2. List of maps335

1) Population distribution

Population

- Municipality 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 and 2007.
- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 and 2007.

Population Change

- Municipality 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001, 2001-2007.
- Province 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981, 1981-1991, 1991-2001 and 2001-2007.

Population Change (percent and absolute)

- Municipality 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001, 2001-2007.
- Province 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981, 1981-1991, 1991-2001 and 2001-2007.

Population Density

- Municipality 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 and 2007.
- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981, 1991, 2001 and 2007.

Population Density Change

- Municipality 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001, 2001-2007.
- Province 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981, 1981-1991, 1991-2001 and 2001-2007.

Demographic weight

- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 and 2001.

Population potential

- Mapa ráster 1970, 1981, 1991, 2001 and 2005.

Population potential Change

- Mapa ráster 1970-2005, 1970-1981, 1970-1991, 1970-2001, 1981-1991, 1991-2001, 1991-2005 and 2001-2005.

Demographic Dynamic

- Municipality 1970-2005, 1970-1981, 1970-1991, 1970-2001, 1981-1991, 1991-2001, 1991-2005 and 2001-2005.

2) Age, Sex and Economy

Sex Ratio

- Municipality 2001
- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 and 2001.

Under 15 years

- Municipality 1991 and 2001
- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 and 2001.

Under 25 years

- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 and 2001.

65 and Older

- Municipality 1991 and 2001
- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 and 2001.

Under 15 years, Change

- Province 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981 and 1981-2001.

65 and Older, Change

- Province 1900-1920, 1920-1940, 1940-1960, 1960-1981 y 1981-2001.

Veyret-Vernet Ratio

- Municipality 1991 and 2001
- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 and 2001.

Dependency Ratio

- Province 1900, 1920, 1940, 1960, 1981 and 2001.

Youth Dependency Ratio

- Municipality 2001

Older Dependency Ratio

- Municipality 2001

Connection Sex Ratio - 65 and Older

- Municipality 2001

Activity Ratio

- Municipality 2001

Occupation Ratio

- Municipality 2001

Unemployment Ratio

- Municipality 2001

Economic Activity

- Municipality 2001

3) The natural movements of population

Birth rate

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Mortality

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Natural Change

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Infant Mortality Rate

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

15-49 women

- Municipality 2001.

Fecundity Ratio

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Child-to-mother Ratio

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

No married-woman child

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Weddings Ratio

- Province 1975-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2004.

Marital Status

- Province 2001

4) Migration

National Emigration

- Province 2001 and 2004.

National Immigration

- Province 2001 and 2004.

National Migratory Balance

- Province 2001 and 2004.

Migratory Movement

- Region 1960-1970, 1970-1981, 1981-1991, 1991-2001 y 2001-2004.

Population residing in municipality of birth

- Municipality 2001.

Spanish people around the world

- World 2005

Foreign people

- Municipality 2001 y 2006.
- Province 2001 and 2006.

Foreign people by continent

- Province 2006

Foreign people by country

- World 2001

5) Functional dynamic

Linked people

- Municipality 2001.

Linked people by residence and employment

- Municipality 2001.

Linked people by employment

- Municipality 2001.

Linked people by Second House

- Municipality 2001.

Commuters of 30 minutes or less

- Municipality 2001.

Commuters of one hour or more

- Municipality 2001.

6) Quality of life

Standing

- Municipality 2001.

Number of vehicles by family

- Municipality 2001.

Second house by family

- Municipality 2001.

Education level

- Municipality 2001.

Pre-obligatory studies

- Municipality 2001.

Post-obligatory Studies

- Municipality 2001.

7) Understanding Population change

Connection Population Change - Sex Ratio

- Municipality 2001.

- Connection Population Change - Youth Ratio
 - Municipality 2001.
- Connection Population Change - Youth Dependency Ratio
 - Municipality 2001.
- Connection Population Change - 65 and Older
 - Municipality 2001.
- Connection Population Change - Linked people
 - Municipality 2001.
- Connection Population Change - Occupation Ratio
 - Municipality 2001.
- Connection Population Change - Labor force employed in Services
 - Municipality 2001.
- Connection Population Change - Standing
 - Municipality 2001.

4.1.1.1.3. Time estimate.....339

One year and a half

4.1.1.1.4. Reader339

Expert public, although any interested person could be read the maps.

4.1.1.1.5. Format.....339

Maps will be in a double format: paper (white, 100 gr /m²) and digital (Portable Document Format)

4.1.1.1.6. Software339

Excel

Access

Microsoft Office® 2003 y 2007

ArcGIS®

Macromedia® FreeHand®

Adobe® Acrobat® 8 Professional

4.1.1.1.7. Technical restrictions.....339

4.1.1.2. Components of cartography340

4.1.1.2.1. Base map340

A) Spanish base map

This base map was provided by National Geographic Institute as .e00 format, its optimum scale is 1:1,000,000 and it has two kinds of elements: municipality boudary as polygon layer and municipality capitals as punctual layer.

B) World base map

This base map was provided by National Geographic Institute in a non georeferenced format. It only has national boundaries.

C) Raster base map

The origin of this base map is the Spanish polygonal layer.

The coordinate System is UTM European Datum 1950, 30 North.

4.1.1.2.1.1 Typology340

4.1.1.2.1.2 Elements340

The elaboration of the cartographic proposal uses three levels of aggregation in the vectorial layer: municipalities, provinces and autonomous communities. Each one has a specific scale which is determined by the page design in paper (digital format does not limit). The final base map will be able to be used in four different scales: 1: 16.000.000, 1:8.250.000, 1:5.750.000 o 1:4.000.000 although an intermediate generalization process is required. Raster layer has only one spatial resolution: 25 km² / pixel.

La ejecución de la propuesta cartográfica presentada requiere tres grados de agregación en la base vectorial: municipal (municipalities), provincial (provinces) y regional (autonomous communities). Cada uno demanda una escala de trabajo concreta, condicionada por el formato de salida final en papel, puesto que el soporte digital limita en menor medida. De este modo la base podrá proyectarse, previo proceso de edición intermedio, a cuatro escalas:. Respecto a la base ráster el grado de desagregación corresponde con la resolución espacial que en este caso son 25 km² por píxel.

4.1.1.2.1.3 Edition process.....341

Even though the process was long and it required an exhaustive analysis of the base map, it can be summarize in three main tasks: Solving code problems, elaborating of province and región layers, solving topological mistakes and generalization of polygonal layers.

4.1.1.2.2. Thematic data357

This stage was easy due to the easy obtaining of thematic data thanks to National Statistics Institute. Data has a high quality and is well adapted to the project.

4.1.1.3. Cartographic code and decision358

The tendency is the use of cartographic compositions which include quantitative data symbolized by graduated points and a second variable which is encoding by value or value-hue combination.

4.1.2. Production stage363

4.1.2.1. Implementation363

ArcGIS® was the software we use in the elaboration of maps. The election is justified because this software has most of the tools we needed. However some cartographic options as superimpositions of color and size required programming in VisualBasic® y ArcView®, and others as the creation of spheres was realized in Freehand®. The final presentation was realized in Freehand® too.

4.1.2.2. Design page.....364

Some elements were produced in the GIS (North, scale, lines, colors...) and others were added in the computer graphics software (title, subtitle, legend, source...) Page design is in 366-368 pages.

Legend format was redesign to obtain a more aesthetic appearance.

4.2. Cartographic characteristics of the proposal369

This second section of chapter 4 analyzes the main cartographic characteristics of the proposal by describing particular cases. These characteristics are: the use of punctual and lineal implantation associated with the visual variable size; the use of polygonal implantation; the use of complex compositions which allow the simultaneous view of three real variables by two kinds of implantation; the use of raster maps; the use of series of maps; and the profit of the cartography's ability of analysis. The full collection of maps is in the DVD.

Any characteristic of the proposal is described by one or several examples. The following sections will be developed for anyone:

- A) Cartographic description
- B) Geographic analysis
- C) Advantages
- D) Disadvantages
- E) Alternatives

For this summary only C, D and E sections for each example will be expounded since A and B can be deduced from tables and maps. Page number and titles structures have been kept to make the reading easier.

| | |
|---|------------|
| 4.2.1. The use of punctual implantation associated with visual variable size | 369 |
|---|------------|

| | |
|--|------------|
| 4.2.1.1. Immigrants by country..... | 369 |
|--|------------|

C) Advantages:

- Easy reading.
- Size by volume allows good representation of fewer than 100 people countries.
- The use of inset at same scale.

D) Disadvantages:

- Points located on centroid, not on capital
- It is an abstract map because represented people is actually in Spain, although it is located in their origin country.

E) Alternatives:

- Graduated symbols by surface
- Lineal implantation graduated by size (trajectory 22)
- To include a second variable by hue or value

| | |
|--|------------|
| 4.2.1.2. A map series: Population | 376 |
|--|------------|

C) Advantages:

- The use of map in series
- Selection of period of time, for recenter time the period considered goes from 20 to 10 years: 1900, 1920, 1940, 1960, 1970, 1981, 1991, 2001, 2007.

D) Disadvantages:

- Size by volume gives priority to small village.
- Legend is not significant for an independent reading of 1900-1940 maps.

E) Alternatives:

- Graduates symbols by surface instead of volume
- The use of Flannery scaling.

| | |
|--|------------|
| 4.2.1.3. No good results: Education level | 403 |
|--|------------|

C) Advantages:

- The map is comparable with other municipality maps

D) Disadvantages:

- Size legend is not really correct for this independent map

- Spheres are very small

E) Alternatives:

- To prepare a new size legend for this map

4.2.2. The use of lineal implantation associated with visual variable size407

4.2.2.1. National Migratory Movement.....407

C) Advantages:

- The use of red allows to understand lines as the main thematic element.
- A series of map with 95 different documents which are full comparable.
Only one legend for all of them.

D) Disadvantages:

- Visual effect is highly dependent on the spatial location of any region (good in Madrid which is in the geographic center of Spain, bad in Canary Islands)
- Good legend for the series, bad for some cases (Melilla)

E) Alternatives:

- To include arrows (→) instead of lines
- The use of Composition B (Size: Migration, Value: Percent of migration)

4.2.3. The use of polygonal implantation421

4.2.3.1. Population density421

C) Advantages:

- Easy reading
- The use of map in series
- Long range of time

D) Disadvantages:

- Small polygons are less visible than the biggest ones.

E) Alternatives:

- There are no alternatives for this kind of maps, they are very widespread.

4.2.4. The use of complex compositions which allow the simultaneous view of three real variables by two kinds of implantation447

4.2.4.1. Province scale series: Fecundity447

C) Advantages:

- Three legends in the page

- The use of map in series
- There are a visual hierarchy based in color: the use of neutral colors for polygons and saturated hues for points.

D) Disadvantages:

- Legend has too many intervals.
- There are many things in the document, no good balance.
- Trajectory 30 is not theoretically correct.

E) Alternatives:

- To divide the series into two: one for polygonal elements and other one for points.

4.2.4.2. Municipality scale: Economic Activity456

C) Advantages:

- The effort to include three complementary real variables.
- There are a visual hierarchy based in color: the use of neutral colors for polygons and saturated hues for points

D) Disadvantages:

- Trajectory 6 is not theoretically correct.
- The use of hue in nominal legend seems sequential instead of qualitative.

E) Alternatives:

- To divide the series into two maps.

4.2.5. Demographic raster maps.....463

4.2.5.1. Population potential and population potential change.....464

C) Advantages:

- There is no difference between polygons based on surface; all of them have the same surface so it is better than density model.
- The complex variable is represented in a simple way: trajectory 18.

D) Disadvantages:

- It is a complex map to read due to the thematic data.

E) Alternatives:

- The use of implantation 2,5D or isolines
- Other calculation model
- To increase the area (adjacent spaces as France, Andorra or Portugal)

| | |
|--|------------|
| • To include DEM | |
| 4.2.6. Series of maps | 476 |
| 4.2.6.1. Province scale, sequential and diverging scheme..... | 477 |
| 4.2.6.1.1. Sequential scheme: Weddings Ratio | 478 |
| C) Advantages: | |
| • The use of map in series | |
| • Comparability | |
| D) Disadvantages: | |
| • Color legend design, (Under 4 interval does not have cyan) | |
| E) Alternatives: | |
| • Not to use maps in series | |
| 4.2.6.1.2. Diverging scheme: Under 15 years, change | 485 |
| C) Advantages: | |
| • Comparability | |
| • To identify patterns and trends | |
| D) Disadvantages: | |
| • Color balance would be better, warm colors look more important. | |
| E) Alternatives: | |
| • Not to use maps in series | |
| 4.2.6.2. Several representation level: Foreign population | 493 |
| C) Advantages: | |
| • This map design is a consensus between: joint legend and adaptation to each map. | |
| • Lower intervals are the same. | |
| • Municipality legend is longer, but is comparable with the province legend. | |
| • The use of similar color scheme. | |
| D) Disadvantages: | |
| • Size legend is not comparable. | |
| E) Alternatives: | |
| • Representation of periods instead of specific dates. | |
| • Two different series. | |

4.2.6.3. Correct use504

4.2.6.3.1. National migration: Emigration, Immigration and balance 504

C) Advantages:

- The correct use of color (See page 515, figure 4-16)
- Equal intervals for Emigration and Immigration

D) Disadvantages:

- Individual reading of every map is not meaningful

E) Alternatives:

- Not to use map in series

4.2.6.3.2. Population change516

C) Advantages:

- Comparability
- Meticulous legend design (Sequential)
- The use of different periods of time (20 and 10 years)

D) Disadvantages:

- Complex reading

E) Alternatives:

- A more exhaustive study could have considered shorter periods of time along the series.
- To include regional scale.
- To redesign the legend depending on the readers.

4.2.6.4. Possible series, forced series and impossible series.....537

4.2.7. Making use of the cartography's ability of analysis.....542

4.2.7.1. Looking for pattern543

4.2.7.1.1. Population residing in municipality of birth543

C) Advantages:

- Diverging scheme: allows to identify patterns

D) Disadvantages:

- Even if it seems strange, this is a good map.

E) Alternatives:

- The use of sequential scheme.

4.2.7.1.2. Linked people by residence and employment.....549

C) Advantages:

- Diverging scheme: allows to identify patterns

D) Disadvantages:

- No good selection of break intervals in color legend, (no round numbers)

E) Alternatives:

- The use of sequential scheme.

4.2.7.1.3. Population density change.....555

C) Advantages:

- Diverging scheme: allows to identify patterns

D) Disadvantages:

- Selection of warm colors: yellow is a neutral color in this scheme and it is incorporated in warm colors. It breaks the color balance.
- Good color sequence for cold colors, not too good for warm ones.
- The darkest green is too saturated and visually more important than the darkest red.

E) Alternatives:

- The use of sequential scheme.

4.2.7.1.4. Complementary trends: Occupation and unemployment ratio 560

C) Advantages:

- Diverging scheme: allows to identify patterns

D) Disadvantages:

- Unemployment: No good selection of break intervals in color legend, (no round numbers)
- Occupation: No balance intervals mean should be in a yellow interval (neutral) instead of in a green one.

E) Alternatives:

- The use of sequential scheme.

4.2.7.1.5. Joint comment569

4.2.7.2. Looking for correlation, efficacy of double axis legend571

4.2.7.2.1. Connection Sex Ratio - 65 and Older572

C) Advantages:

- Simplicity: The map allows to group municipalities in four homogeneous sections.
- It is representing two real variables in an analytical mode.

D) Disadvantages:

- Even if it seems strange, this is a good map.

E) Alternatives:

- Two independent maps, one for each variable.

4.2.7.2.2. Connection population change - Standing.....578

C) Advantages:

- Simplicity: The map allows to group municipalities in six homogeneous sections.
- It is representing two real variables in an analytical mode: the map allows to identify areas where population change is derived from standing.

D) Disadvantages:

- Color legend: light rose is too light; green spheres are not as distinguishable as rose ones; rose part is more saturated than green one.

E) Alternatives:

- Two independent maps, one for each variable.

4.2.7.2.3. Demographic dynamic.....584

C) Advantages:

- It allows a complete geodemographic analysis
- It is by itself a cartographic solution because it is combining two sequential schemes which is a complicated task. (See page 598)

D) Disadvantages:

- It is a map only for expert readers due to its complicated understanding.

E) Alternatives:

- Two independent maps, one for each variable.

CHAPTER 5: CONCLUSIONS

The first feeling you have when you end a research is that it is not really over but either way you have to look back and assess the work done considering the fulfillment of the main objective of this thesis: to adapt the cartographic representation to the present territorial reality.

It is clear that in this thesis the update, treatment and improvement of concepts, ways of work and cartographies previously developed by the research work GEOT has been successfully undertaken.

In this way, the update specifically refers to the maps of potentials that have not only been updated in their thematic content, which now cover until 2005, but also introduced to a GIS environment, adapting them to current formats. The treatment refers to the work done with the visual variable of size; this variable is a kind of brand of this research group and its aesthetic presence, implementation in the GIS and quality improvement results from all the work made in the last years.

The improvement lies in the possibility to include in the Demographic Dynamic maps not only the municipalities with a population higher than 5000 inhabitants like the previous versions but the whole Spanish municipalities. Thus, this cartography is able by itself to explain the geodemographic evolution in the past 36 years.

In the same way, new theoretical concepts and demographic variables have been introduced. The previous knowledge of GEOT and the new contributions of this thesis allow to confirm that the objective of this thesis, exposed in its introduction, has been achieved because it has been developed an own style of making cartography which allows the geographer to approach to the current dynamical geodemographic reality. The characteristics which define these new cartographic forms are:

- Its methodological background lies in the Communication Theory through a bertinian conception of the cartographic code which finds in the types of implantation and in the correspondence between visual and real variables its best instrument.
- The searching of an adaptation of the scale of work to the represented variables knowing the advantages and disadvantages that every aggregation level provides to the final document.
- Predilection for the use of the variable of size as reference variable allowing an automatic analysis of the demographic context. The total population that lives in each administrative entity is the explicative variable of the demographic distributions and at the same time requires an explication from them. The use of

the variable of size by volumetric gradation of double constriction linked to a second variable coded by the combination of value and hue is one of the most effective cartographic proposals.

- Tendency to a very careful aesthetic knowing that it is not always possible to get the maximum in a GIS environment and then turning to computer-graphics software which maximizes the final quality.
- The tendency is towards a simple cartography which exposes clear messages in the conviction that this is the right way to make the transmission without interferences. Special attention is made in the quality of the finish details, especially in the treatments of color and volume, the sobriety in the model and the importance of the thematic content over the spatial background which remains as reference support.
- The diachronic component is introduced in the cartography conception by means of dynamic maps which include the evolution between specific dates and by means of the design and elaboration of series of maps looking for the possibility of absolute comparison between the different documents of the series, making possible a unique lecture by keeping the legend constant.
- A constant wish of introduce new variables which may complement the ones previously represented by adding new nuances and perspectives which allow the geographer a better interpretation of the territorial reality.

From a methodological point of view it can be highlighted some contributions mainly related to the nomination of some concepts. These concepts come from the systematization of the cartographic process basing the codification phase in taking awareness of the real mental process followed by the geographer. The start point is a sequence of analysis detailing the characteristics of the thematic information and culminating in a decision sequence in which it must be chosen the instruments of cartographic codification which offer the best results. The consecutive use of both sequences give rise to the so-called cartographic trajectories whose individual use generates cartographies with an easy interpretation and whose combined use in one document increases its complexity by showing variables whose complementariness allows a visualization of spatial relationships.

The conscious and responsible introduction of GIS in the design and elaboration processes of cartography is a challenge that geographers must assume. This thesis tries to present a sensible and consistent way of doing it giving enough importance to the creative and analytical capacity of the user and also to the computer tools needed to develop the process. It has also been made an evaluation of the GIS possibilities suggesting improvements in its conception and alternative options to achieve the objectives in the situations in which the symbolization modules do not correspond to the prospects.

However, as it has already been mentioned, the work here exposed is not over. The original aim changes simultaneously with the study and horizons in which keep on working are opened.

In the case the options are a wide range of research lines in which it can be highlighted the deepening in the study of new variables such as the Linked Population. Related to this variable some maps have been proposed showing the future dynamic of this variable but it could also be used to study a matrix of origins and destinies which allows the discovering of municipal interrelationships.

In the same way, it has been represented the spaces related to immediate basins of life both in a diachronical and diatopical way. However, by time reasons and information supply issues it has been omitted the vital spaces related to intermodality in which the conjunction of different ways of transport create a different reality, considering that those places crossed by the high speed transform its nature turning into tunnel spaces.

Cartographies which reflect gravitatorial models and are expressed in the Potentials of Populations follow the same tendency. It should be mentioned that the start point which considers that the value of every cell of the system depends not only on itself but also on its interrelationship with its environment does not make sense in border spaces where the international administrative limits bias a territorial reality which is actually overcoming them. A conception of these models closer to the territory should include these spaces. Although the obstacles would be obvious (more computational requirements, data incoming, understanding of the results...) it would be a very interesting research line to keep on working basing on some of the proposals developed in the chapter 4.

It should be pointed out that another horizon is the combination of scales of work. In this thesis the scale has been the whole country although applying different aggregation levels.

However, a change from the state scale to the regional, local or even intramunicipal scale can change the analysis of geodemographic variables adding subtle differences which can be potentially significant for other study levels. This analysis can be nearer to a social analysis than to a geographical perspective.

The main hope of this thesis has been to be a reflection more cartographical than demographical which, basing on a traditional articulation of the geodemographical variables, presents new ways of representation which add new conclusions and allow the interpretation of spatial relationships between areas, tendencies of demographical distribution, interconnection of real variables, causes and realities of the population dynamic... and doing all of this by applying the currently available techniques related to new technical solutions, the full implantation of GIS and methodologies with new cartographical and thematical concepts such as the cartographic trajectories or the linked population.